

Untersuchungen über die Wirkung
einer β -Carotin-Zufütterung
auf die Fertilität bei Kühen

Rainer Porzig

*Diss. München
1984*



Aus der Gynäkologischen und Ambulatorischen Tierklinik
der Tierärztlichen Fakultät der Universität München

Lehrstuhl: Professor Dr. W. Leidl

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE WIRKUNG EINER β -CAROTIN-ZUFÜTTERUNG
AUF DIE FERTILITÄT BEI KÜHEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Rainer Porzig
aus
Nürnberg
München 1984

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. W. Leidl

Referent: Prof. Dr. W. Leidl

Korreferent: Prof. Dr. D. Giesecke

Tag der Promotion: 24. Februar 1984

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. EINLEITUNG	1
2. LITERATUR	2
2.1 Charakterisierung von β -Carotin, Vitamin A und α -Tocopherol	2
2.1.1 Chemische Eigenschaften	2
2.1.2 Resorption und Verwertung	3
2.2 Versorgung mit β -Carotin, Vitamin A sowie α -Tocopherol und deren Auswirkung auf die Blutkonzentration	4
2.2.1 Fütterung, Jahreszeit und andere Faktoren	4
2.2.2 Supplementierung mit β -Carotin und Auswirkungen auf die Blutkonzentration	6
2.3 Auswirkungen von β -Carotin-Mangel auf die Reproduktion	8
2.3.1 Ovarielle Dysfunktionen	8
2.3.1.1 Brunstschwäche	9
2.3.1.2 Verzögerte Ovulation	9
2.3.1.3 Zystische Entartung der Ovarien	10
2.3.1.4 Reduzierte Gelbkörperentwicklung	11
2.3.2 Fertilitätsstörungen	12
2.3.2.1 Verminderte Befruchtungsergebnisse	13
2.3.2.2 Embryonalsterblichkeit und Frühaborte	15
2.3.2.3 Störungen der Puerperalperiode	16

	Seite
3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN	18
3.1 Material und Methodik	18
3.1.1 Tiermaterial	18
3.1.2 Versuchseinteilung	20
3.1.3 Probenentnahme und -untersuchung	23
3.1.4 Untersuchungen zur Zeit der Insemination und Erhebung der Fertilitätsdaten	25
3.2 Ergebnisse	32
3.2.1 Übereinstimmung der subjektiven und der objektiven Bestimmung der β -Carotin-Konzentration	32
3.2.2 Korrelation von β -Carotin mit Vitamin A und α -Tocopherol	39
3.2.3 Betrieblich bedingte Unterschiede der β -Carotin- Konzentration	39
3.2.4 Auswirkungen der Fütterung und der β -Carotin- zufütterung auf die Konzentration im Blutplasma	44
3.2.5 Auswirkung der Fütterung und β -Carotinzufütterung auf die Vitamin A- und α -Tocopherol-Konzentrationen	49
3.2.6 Brunstintensität	59
3.2.6.1 Scheidenwiderstandsmessungen	59
3.2.6.2 Subjektive Beurteilung	60
3.2.7 Eintritt der Ovulation	60
3.2.8 Funktionstüchtigkeit des Corpus luteum	62
3.2.9 Rastzeit	63

	Seite
3.2.10 Graviditätsergebnisse	65
3.2.10.1 Eingetretene Trächtigkeiten	65
3.2.10.2 Intervall zwischen 1. KB und Konzeption	67
4. DISKUSSION	69
5. ZUSAMMENFASSUNG	79
6. SUMMARY	82
7. LITERATURVERZEICHNIS	85
LEBENSLAUF	93



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554007_0096

1. EINLEITUNG

In den vergangenen 10 Jahren wurde eine Vielzahl von Arbeiten publiziert, die die Bedeutung des β -Carotins in seiner eigenständigen, vom Vitamin A unabhängigen Wirkung auf die Fertilität des Rindes herausgestellt haben. Wiederholt wurde beschrieben, daß extremer Mangel an β -Carotin zu ovariellen Dysfunktionen in Form von Brunstschwäche, verzögerter Ovulation, zystischer Entartung der Ovarien und reduzierter Gelbkörperentwicklung auf der einen Seite sowie zu Fertilitätsstörungen auf der anderen Seite führen kann. Durch Zufütterung von natürlichem bzw. synthetischem β -Carotin konnten die Ausfallserscheinungen kompensiert werden.

In der vorliegenden Arbeit sollte untersucht werden, ob es auch unter praktischen Fütterungsbedingungen zu einer fertilitätsmindernden Unterversorgung mit β -Carotin kommen kann, die durch Supplementierung mit einem synthetischen Präparat ausgeglichen werden kann. In Zusammenhang mit dieser Frage sollte die Eignung der Farbskala-Methode für die Bestimmung der β -Carotin-Konzentration im Blutplasma unter praktischen Verhältnissen überprüft werden.

2. LITERATUR

2.1 Charakterisierung von β -Carotin, Vitamin A und α -Tocopherol

2.1.1 Chemische Eigenschaften

Das natürlich vorkommende β -Carotin ist die wichtigste Vorstufe des Vitamin A. Es ist durch 2 terminale β -Iononringe charakterisiert (SCHOLE et al. 1976). Seit 1954 ist es möglich, ein synthetisches β -Carotin herzustellen. Diese Form des β -Carotins kann jedoch durch Sauerstoff leicht oxydiert werden (MANZ 1977).

Vitamin A kommt in Lebensmitteln und Futtermitteln pflanzlichen Ursprungs nicht vor, statt dessen enthalten sie carotinoide Pigmente, die vom tierischen Organismus aufgenommen und in Vitamin A umgewandelt werden müssen. Retinol ist der wichtigste Vertreter der sogenannten Vitamin A-Reihe. Daneben sind noch Retinal und Retinsäure bekannt (SCHOLE et al. 1976).

Vitamin E ist ein Sammelbegriff für eine Reihe natürlich vorkommender Verbindungen, die als Tocopherole bezeichnet werden. α -Tocopherol ist die Form mit der höchsten biolo-

gischen Wirksamkeit (SCHOLE et al. 1976). Eine der Funktionen des Vitamin E im Organismus ist die antioxydierende Eigenschaft. Somit übernimmt das Vitamin E eine Schutzfunktion für das sauerstoffempfindliche Vitamin A vor einer oxydativen Zerstörung (BÄR 1968).

2.1.2 Resorption und Verwertung

Die Resorption des β -Carotins im Darm hängt im wesentlichen von der Höhe des Angebots ab. Bei zunehmendem Carotinangebot im Futter nimmt die Resorption ab, so daß häufig über 90% der aufgenommenen Mengen an β -Carotin mit den Faeces wieder ausgeschieden werden. Dieser Mechanismus verhindert eine Überversorgung des Pflanzenfresserorganismus mit β -Carotin in den Sommermonaten. Die Aufnahme des β -Carotins erfolgt in der Darmmucosa in Gegenwart von Gallensäuren, mit denen das β -Carotin wasserlösliche Komplexe bildet. Ein Großteil des β -Carotins wird schon in der Darmmucosa zu Vitamin A umgewandelt, resorbiert und im Organismus teilweise wieder in β -Carotin rückverwandelt (SCHOLE et al. 1976).



Auch das fettlösliche α -Tocopherol wird bei der Aufnahme größerer Mengen zum Großteil über die Faeces wieder ausgeschieden. Als Speicher des in der Darmmucosa resorbierten α -Tocopherols, dessen Hauptaufgabe in der antioxydierenden Wirkung liegt, dienen Leber und Fettgewebe (SCHOLE et al. 1976).

2.2 Versorgung mit β -Carotin, Vitamin A sowie α -Tocopherol und deren Auswirkung auf die Blutkonzentration

2.2.1 Fütterung, Jahreszeit und andere Faktoren

Die β -Carotin-Konzentrationen im Blutplasma des Rindes unterliegen in Abhängigkeit vom Fütterungsangebot und damit von der Jahreszeit großen Schwankungen. Während in den Sommermonaten und insbesondere bei Weidegang sehr hohe Plasmaspiegel (über 400 mcg pro 100 ml) erreicht werden, sinken die Konzentrationen während der Winterstallfütterung häufig auf Werte unter 100 mcg/100 ml Plasma ab (MARSH und SWINGLE 1960). Dies hängt mit den unterschiedlichen Carotin-Gehalten in den Futtermitteln zusammen, die vor allem in Futterkonserven, wie Mais- und Rübenblattsilage besonders nied-

rig sind (LOTTHAMMER 1974).

Neben dem Futterangebot wirkt sich auch die Abkalbung auf den β -Carotinspiegel aus. Während der "Kalbeperiode" fallen die Konzentrationen im Plasma, bedingt durch wesentlich erhöhte Werte im Kolostrum, bis auf 60 mcg/100 ml Plasma ab (ZUCKER et al. 1980).

β -Carotin-Konzentrationen über 300 mcg/100 ml Plasma gelten als normal, Werte zwischen 300 - 200 als verdächtig, solche zwischen 200 - 100 als kritisch und die unter 100 als defizient (ARBEITER et al. 1983).

Im Gegensatz zum β -Carotin scheinen die Plasmaspiegel von Vitamin A relativ stabil und unabhängig von der Fütterung zu sein. Die Konzentrationen bewegen sich zwischen 100 - 120 I.E./100 ml Plasma. Ähnlich wie beim β -Carotin beschrieben, fallen auch die Vitamin A-Werte etwa eine Woche vor dem Kalben ab; die vollständige Normalisierung erfolgt erst einige Wochen p.p. Eine positive Korrelation zwischen β -Carotin- und Vitamin A-Konzentration im Plasma besteht nur im Bereich niedriger β -Carotin-Werte (BURGSTALLER et al. 1980).

Ähnlich den jahreszeitlichen Schwankungen des β -Carotin-

Plasmaspiegels unterliegen auch die Vitamin E-Konzentrationen saisonalen Veränderungen. Bei der Grünfütterung im Sommer ist der Vitamin E-Bedarf völlig gedeckt und es können die körpereigenen Reserven aufgefüllt werden. Eine Mangelsituation kann im Winter bei einer schrotlosen überjährigen Heu- oder Strohütterung auftreten. Die normalen Konzentrationen bewegen sich für ein Rind zwischen 20 - 100 I.E./100 ml Plasma (STÖBER 1979).

2.2.2 Supplementierung mit β -Carotin und Auswirkungen auf die Blutkonzentration

Es wurde häufig versucht, die fütterungs- und jahreszeitlich bedingten β -Carotin-Defizienzen durch Supplementierung mit natürlichem bzw. synthetischem β -Carotin auszugleichen. BURGSTALLER et al. (1980) sowie ZUCKER et al. (1980) führten ihre Versuche mit einer täglichen Ergänzung von 340 mg β -Carotin/pro Tag durch, wobei sich der β -Carotin-Gehalt in Milch und Plasma nach einer Fütterungsdauer von 4 Monaten um ca. 1/3 gegenüber der ebenfalls mit Carotin-armem Grundfutter versorgten Kontrollgruppe steigern ließ. Die Werte waren aber trotz der Zufütterung mit durchschnittlich 140 mcg/100 ml Plasma

sehr niedrig und lagen weit unter den in der Weideperiode registrierten Konzentrationen (490 mcg/100 ml Plasma).

HEINZ und HERZOG (1982) fütterten unter Praxisbedingungen über 100 Tage hinweg 500 mg β -Carotin pro Tier und Tag zu. Sie erreichten in den Versuchsbetrieben eine deutliche Steigerung des Blutplasmagehaltes an β -Carotin im Vergleich zur selben Zeit des Vorjahres. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Tieren waren aber so groß, daß die Differenzen zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe statistisch nicht abzusichern waren.

ARBEITER et al. (1983) überprüften den Effekt einer β -Carotiner-gänzung, wobei in einem Zeitraum von 7 Monaten sich je 2 De- bzw. Repletierungsperioden abwechselten. Nach einer 56-tägigen Depletierungsphase erfolgte eine Zufütterung von 500 mg/Tier und Tag. Durch die orale Repletierung über 44 Tage hinweg stiegen die Werte von unter 100 mcg in der Depletierungsperiode auf über 300 mcg β -Carotin/100 ml an. Allerdings erreichten nur 3 von 8 Versuchstieren Blutspiegelwerte über 300 mcg. Nach wiederholter intramuskulärer Supplementierung mit jeweils 800 mcg β -Carotin sanken jedoch die Werte überraschenderweise wieder drastisch ab, teilweise tiefer als vor der oralen β -Carotinzugabe.

2.3 Auswirkungen von β -Carotin-Mangel auf die Reproduktion

Neben der Wirkung des β -Carotins als Provitamin A wird auf Grund vieler Untersuchungen, die in den letzten 10 Jahren durchgeführt wurden, ein spezifischer, Vitamin A-unabhängiger Effekt des β -Carotins auf die Fertilität des Rindes angenommen. Dabei stehen 2 Symptomenkomplexe im Vordergrund: Ovarielle Dysfunktionen auf der einen Seite und die damit zusammenhängenden Störungen der Fertilität auf der anderen Seite.

2.3.1 Ovarielle Dysfunktionen

Vor mehr als 20 Jahren wurde bereits beobachtet, daß in den Corpora lutea des Rindes β -Carotin in hohen Konzentrationen gespeichert wird (BRÜGGEMANN und NIESAR 1957). Die Vermutung war naheliegend, daß ein Mangel an β -Carotin mit Störungen der Ovarfunktionen einhergeht. Entsprechende Untersuchungen, die vor allem von der Arbeitsgruppe um LOTTHAMMER angestellt wurden, brachten viele Hinweise für die Richtigkeit dieser Annahme. Die wichtigsten Symptome, die in diesem Zusammenhang immer wieder genannt wurden, sind: Brunstschwäche, ver-

zögerte Ovulation, zystische Entartung der Ovarien sowie eine reduzierte Gelbkörperentwicklung und Progesteronproduktion.

2.3.1.1 Brunstschwäche

LOTTHAMMER et al. (1976) fanden bei schwarzbunten Rindern, die eine β -Carotin-arme Diät aus überjährigem Heu und Kraftfutter erhielten, kürzere Brunstintervalle und eine verringerte Brunstintensität.

Deutliche Störungen in der Brunstsymptomatik und der Ovarfunktionen wurden auch von anderen Autoren festgestellt (ZUCKER et al. 1980, ARBEITER et al. 1983).

2.3.1.2 Verzögerte Ovulation

Klinische Untersuchungen von MEYER et al. (1975) und von LOTTHAMMER et al. (1976) zeigten, daß bei Rindern mit β -Carotin-Unterversorgung die Ovulation um rund einen Tag verzögert sein kann. Diese Verzögerung wird auf eine Ver-

längerung der Zeitspanne zwischen präovulatorischem LH-Gipfel und der Ovulation zurückgeführt (SCHAMS et al. 1977). Dagegen bestehen keine Unterschiede in den Absolutwerten der präovulatorischen LH-Konzentrationen, woraus geschlossen wird, daß Carotinmangel keine verminderte LH-Freisetzung aus der Hypophyse zur Folge hat. Vielmehr wird angenommen, daß die Verzögerung der Ovulation bei β -Carotin-Mangel auf Veränderungen beruht, die sich direkt am Ovar abspielen (SCHAMS et al. 1977).

Andere Autoren konnten im Gegensatz zu den eben erwähnten Ergebnissen keine Verlängerung der Zeitspanne zwischen LH-Peak und Ovulation bei mangelnder β -Carotin-Versorgung beobachten (FOLMAN et al. 1979).

2.3.1.3 Zystische Entartung der Ovarien

Bereits 1963 entdeckte SEITARIDES, daß der mittlere β -Carotiningehalt im Blutplasma von Kühen mit Ovarialzysten niedriger lag als bei Kühen mit ungestörter Eierstocksfunktion. Spätere Fütterungsversuche unter definierten Bedingungen zeigten, daß bei Färsen nach Verabreichung einer β -Carotin-armen Grundration vermehrt zystöse Entartungen des Ovars

(Follikel- und Corpus luteum-Zysten) auftreten können. Die Ausfallserscheinungen konnten durch Zufütterung von β -Carotin weitgehend kompensiert werden (MEYER et al. 1975, LOTTHAMMER et al. 1976).

2.3.1.4 Reduzierte Gelbkörperentwicklung

Die β -Carotin-Konzentration des Corpus luteum des Rindes ist von der täglichen Zufuhr von β -Carotin mit dem Futter abhängig. Auch in anderen Körpergeweben läßt sich dieser Zusammenhang feststellen, die höchste Konzentration findet sich jedoch im Corpus luteum. Die Höhe der Serum- β -Carotin-Werte korrespondiert mit der Konzentration des β -Carotins im Ovar und in der Leber (AHLWEDE und LOTTHAMMER 1978).

Nach einer spezifisch β -Carotin-armen Diät wurde eine Neigung zur Ausbildung von kleinen Corpora lutea beobachtet (MEYER et al. 1975).

Ob diese morphologischen Veränderungen nach Mangeler-nährung auch die Synthese und Sekretion von Progesteron beeinträchtigen, ist nach wie vor nicht völlig geklärt.

ANWANDTER stellte 1974 fest, daß der Progesteronanstieg im Winter, also bei β -Carotin-armer Ernährung langsamer erfolgt und das Maximum später erreicht wird.

Auch LOTTHAMMER et al. (1978) beobachteten, daß die zyklische Progesteronkurve bei defizienten Rindern niedriger verläuft als normal. Dieselbe Arbeitsgruppe berichtete aber in einer anderen Publikation, daß eine Carotin-Mangelernährung keinen signifikanten Einfluß auf den Progesteronspiegel im Blut hatte (SCHAMS et al. 1977). Dieses Ergebnis wurde durch eine neuere Untersuchung von ARBEITER et al. (1983) bestätigt.

2.3.2 Fertilitätsstörungen

Als unmittelbare Folgen der im vorhergehenden Abschnitt dargestellten ovariellen Dysfunktionen bei Carotin-Mangelversorgung wurden wiederholt Ausfälle in der Fruchtbarkeit beschrieben, die einerseits auf Konzeptionsprobleme, andererseits auf eine erhöhte Rate an Embryonalsterblichkeit und Frühaborte zurückgeführt werden. Darüberhinaus gibt es auch Berichte über Störungen der Puerperalperiode bei Carotinmangel.

2.3.2.1 Verminderte Befruchtungsergebnisse

KONERMANN (1967) ermittelte anhand von Felduntersuchungen eine positive Beziehung zwischen der Fruchtbarkeit von Rindern und der β -Carotin-, nicht aber der Vitamin A-Versorgung.

Spätere Untersuchungen zeigten, daß langanhaltender und extremer β -Carotinmangel, wie er in verschiedenen Fütterungsversuchen hergestellt wurde, die Fertilität negativ beeinflussen kann. LOTTHAMMER et al. (1976) fanden nach einer 52-wöchigen Periode mit Carotinunterversorgung deutlich schlechtere Befruchtungsergebnisse. In der Versuchsgruppe (β -Carotin-arme Grundfütterration) wurden 40% der 20 untersuchten Tiere nach der ersten KB trächtig, 55% nach der zweiten KB. In der Kontrollgruppe, in der eine Zufütterung von 30 mg β -Carotin/100 kg KGW pro Rind erfolgte, wurden 68,5% der Tiere nach der ersten KB trächtig, während nach 2 Besamungen insgesamt 89,5% gravid waren.

Ein Versuch von MINGAZOV (1977) ergab ebenfalls eine Erhöhung der Trächtigkeitsrate nach der ersten KB nach β -Carotin Zulage.

COOKE und COMBEN (1978), die zwei Gruppen in einer Milch-

viehherde Grassilage und Mischfutter bzw. Maissilage und Mischfutter anboten und den unterschiedlichen Vitamin A- und Vitamin E-Gehalt dieses Grundfutters mit entsprechenden Zulagen ausglich, kamen zu ähnlichen Ergebnissen wie LOTHAMMER et al. (1976): In der mit Maissilage, also β -Carotin-arm gefütterten Gruppe, konzipierten 46% nach der ersten bzw. 69% der Tiere nach der zweiten KB. Im Gegensatz dazu wurden in der mit Grassilage gefütterten Gruppe 62% nach der ersten und 89% nach der zweiten KB trüchtig.

Erste Praxiserfahrungen mit dem Einsatz von synthetischem β -Carotin schildern HEINZ und HERZOG (1982). Sie kommen zu dem Schluß, daß eine prophylaktische β -Carotin-Zufütterung eine fruchtbarkeitsfördernde Maßnahme sein kann. In den Versuchsbetrieben mit Carotin-Supplementierung erreichten sie einen Besamungsindex von 1,48, in den beiden Kontrollgruppen ohne β -Carotin-Zufütterung betrug er dagegen 1,75 bzw. 2,58.

Im Gegensatz zu den bisher zitierten Berichten über die positiven Auswirkungen auf die Fertilität konnten FOLMAN et al. (1979) bei extrem carotinarm aufgezogenen Färsen keine Unterschiede in den Fertilitätsparametern im Vergleich zu einer Carotin-supplementierten Kontrollgruppe

feststellen. Die Diskrepanz in den Ergebnissen ist nach ihrer Erklärung möglicherweise auf Unterschiede in der Wahl des Inseminationszeitpunktes zurückzuführen.

Auch ZUCKER et al. (1980) konnten keine negativen Auswirkungen eines Carotinmangels auf die Befruchtungsergebnisse beobachten. Sie betonen jedoch, daß - abgesehen von ihrem kleinen Untersuchungsmaterial - die von ihnen untersuchten Tiere einem wesentlich weniger drastischen Carotinmangel unterworfen waren. Diese Unterschiede hinsichtlich Dauer und Grad der Carotin-Unterversorgung könnten nach MEYER et al. (1975) auch erklären, warum die Ergebnisse von Fütterungsversuchen mit extremem β -Carotin-Mangel nicht ohne weiteres mit Mangelsituationen vergleichbar sind, die auch unter praktischen Verhältnissen auftreten können.

2.3.2.2 Embryonalsterblichkeit und Frühaborte

LOTTHAMMER et al. (1976) deuteten die von ihnen beobachtete Verlängerung der Brunstintervalle nach Besamung mangelernährter Färsen als ein Zeichen dafür, daß zwar eine Befruchtung stattgefunden hat, die Embryonen jedoch in einem sehr frühen Stadium abgestorben sind und dadurch der Zyklus in

geringem Maße verlängert wurde. In dieses Bild paßt die von AHLSEDE und LOTTHAMMER (1978) festgestellte Verzögerung der Sekretionsphase zyklischer Uteri bei Carotin-Mangel, die nach Meinung der Autoren zu einer Beeinträchtigung des befruchteten Ovums führen kann. Bei Kühen, die vom Trockenstellen bis zur 9. Woche der nächsten Trächtigkeit carotinfrei gefüttert wurden, stellte LOTTHAMMER (1978) einen hohen Prozentsatz (31,3%) embryonaler Sterblichkeit bis zur 7. Trächtigkeitswoche sowie einen erhöhten Anteil von Frühaborten (12,5%) während der 18. - 20. Trächtigkeitswoche fest. In der Kontrollgruppe mit β -Carotin-Zufütterung wurden von ihm keine Störungen im Trächtigkeitsverlauf beobachtet.

2.3.2.3 Störungen der Puerperalperiode

LOTTHAMMER (1978) und LOTTHAMMER et al. (1978) berichteten, daß eine leicht verzögerte Involution der Uteri post partum bei einer β -Carotin-armen Diät festgestellt werden konnte. In der Häufigkeit der Retentio secundinarum bestand jedoch kein Unterschied. Der Eintritt der ersten Ovulation post partum war in der Versuchsgruppe verzögert. Wie schon in

vorherigen Versuchen ermittelt wurde, waren auch hier die Brunstsymptome schwächer ausgeprägt und die Brunst dauerte länger. Die Ovulation war um durchschnittlich 13 Stunden verzögert.

ZUCKER et al. (1980) ermittelten eine um 7 Tage kürzere Zwischenkalbezeit bei der mit einer höheren β -Carotin Zulage versorgten Gruppe.

3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

3.1 Material und Methodik

3.1.1 Tiermaterial:

Bei Versuchsbeginn waren insgesamt 241 Tiere miteinbezogen, die in 10 landwirtschaftlichen Betrieben standen. Alle Betriebe sind im fränkischen Jura gelegen. Sie hatten einen Viehbestand von 15 - 40 Milchkühen, alle ohne Weideaustrieb im Sommer.

Für den Versuch wurden speziell Betriebe ausgesucht, die ständig Fertilitätsprobleme aufwiesen. Die überwiegende Zahl der Kühe in diesen Betrieben konzipierte erst nach mehreren Besamungen.

In den 10 Betrieben wird ein besonderes Augenmerk auf hohe Milchleistung gelegt. Die Haltung der Tiere darf als gut bezeichnet werden.

Es handelte sich bei dem Tiermaterial um 241 DFV-Kühe, die ein durchschnittliches Alter von 3,7 Jahren hatten.

Tab. 1 : Altersverteilung der Tiere zu Beginn der β -Carotinzufütterung

Alter in Jahren	Zahl der Tiere			
	Kontrollbetriebe n	%	Versuchsbetriebe n	%
1	25	21,4	7	5,6
2	27	23,1	27	21,8
3	15	12,8	28	22,6
4	22	18,8	20	16,1
5	10	8,5	14	11,3
6	10	8,5	9	7,3
7	6	5,1	8	6,5
8	2	1,8	3	2,4
9	—	—	2	1,6
10	—	—	3	2,4
11	—	—	3	2,4
Total	117	100%	124	100%

Bedingt durch die betriebsweise Zuordnung der Tiere zu Kontroll- und Versuchsgruppe (siehe Versuchseinteilung) war der Anteil 1- und 2-jähriger Tiere in den Kontrollbetrieben etwas größer als in den Versuchsbetrieben (Tab. 1). Da in den letzteren zusätzlich die Zahl der älteren Tiere leicht erhöht war, differierte das Durchschnittsalter in den beiden Gruppen um rund 1 Jahr (Kontrollgruppe: 3,2 Jahre, Versuchsgruppe: 4,1 Jahre).

Das Alter der Tiere wurde, soweit keine näheren Angaben vorlagen, geschätzt und alle Tiere unter 2 Jahren in die Gruppe "1 Jahr alt", unter 3 Jahren in die Gruppe "2 Jahre alt" usw. eingeordnet.

3.1.2 Versuchseinteilung:

Je 5 Betriebe wurden der Kontrollgruppe (117 Tiere), je 5 der Versuchsgruppe (124 Tiere) zugeordnet (Tab. 2). Die Einteilung der beiden Gruppen erfolgte willkürlich.

In der Versuchsgruppe wurden jedem Tier in bestimmten Versuchsabschnitten (siehe Tab. 2 u. 3) 300 mg synthetisches β -Carotin* in 50g Weizenbollmehl pro Tag zugefüttert,

*Das Präparat wurde von der Firma Hoffmann-La Roche, Basel bezogen

Tab. 2 : Versuchsanordnung: Verteilung der Tiere auf Versuchsbetriebe (β -Carotinfütterung) und Kontrollbetriebe

Betriebsnummer	Art des Betriebes	Zahl der Tiere pro Betrieb	
		Kontrollbetrieb	Versuchsbetrieb
1	VB*	--	41
2	VB	--	23
3	KB**	21	--
4	KB	20	--
5	VB	--	16
6	KB	32	--
7	KB	20	--
8	KB	24	--
9	VB	--	19
10	VB	--	25
Gesamt		117	124

*VB = Versuchsbetrieb

**KB = Kontrollbetrieb

Tab. 3 : Versuchseinteilung

Versuchs- periode	Dauer und Art der Fütterung	Beifütterung		Blut- proben- ent- nahme
		Kontroll- gruppe	Versuchs- gruppe	
I	19.1.80-25.4.80 Winterfutterperiode	keine	β -Carotin- zufütterung	19.1.80/ 25.4.80
II	26.4.80-31.10.80 Grünfutterperiode	keine	keine	26.8.80
III	1.11.80-20.4.81 Winterfutterperiode	keine	β -Carotin- zufütterung	14.4.81
IV	21.4.81-31.10.81 Grünfutterperiode	keine	keine	-----

indem das Präparat der Grundfütterration beigemischt wurde.
Die Tiere nahmen das Präparat sehr gut auf.

Der Gesamtversuch erstreckte sich von 19.01.80 - 31.10.1981.
Er war in je 2 Winterfütterungsperioden und 2 Grünfütterungs-
perioden unterteilt (Tab. 3).

Während der Winterfütterung (Versuchsabschnitt I,III), die
in allen Betrieben aus Heu, Futterrüben und Maissilage be-
stand, erfolgte in der Versuchsgruppe die β -Carotin-Zufütte-
rung. In den beiden Grünfütterperioden (II,IV) fand keine
Zufütterung statt.

3.1.3 Probenentnahme und -untersuchung

Für die Untersuchung der β -Carotin-, Vitamin A- und α -Toco-
pherol-Konzentrationen wurden am Anfang und Ende der ersten
Zufütterungsperiode (19.01.1980/25.04.1980), in der ersten
Grünfütterperiode (26.08.1980) sowie am Ende der zweiten
Zufütterungsperiode (14.04.1981) Blutproben entnommen. Aus
diesen wurde an Ort und Stelle Plasma gewonnen.

Die Beurteilung der Plasmaproben hinsichtlich des β -Carotin-
gehalts erfolgte mit 2 unterschiedlichen Methoden:

Die erste (subjektive) Bewertung geschah mit einer Farbskala von der Firma Hoffmann-La Roche, die in Farbintensitätsstufen von 100 mcg β -Carotin pro 100 ml Plasma bis 1000 mcg β -Carotin unterteilt war. Mit dieser Farbskala wurde die Intensität der Gelbfärbung des frischen Plasmas verglichen und einer der 10 Konzentrationsstufen zugeordnet.

Bis zum Zeitpunkt der weiteren Untersuchungen (siehe unten) wurde das Plasma bei -20°C gelagert.

Die Parallelbestimmungen der β -Carotin-Konzentration wurden mit einem photometrischen Verfahren bei der Firma Hoffmann-La Roche AG in Grenzach-Whylen nach der Methode von BRUBACHER und VUILLEUMIER (1974) durchgeführt. Darüberhinaus bestimmte die Firma Hoffmann-La Roche die Vitamin A- und α -Tocopherol-Konzentrationen. Die Analyse erfolgte nach der Vitamin-Bestimmungsmethode nach GSTIRNER (1965).

Am Ende der ersten Zufütterungsperiode wurde von jedem Betrieb eine Heuprobe auf den β -Carotiningehalt nach der von SEIBOLD und BASSLER (1974) beschriebenen Methode untersucht (bei Firma Hoffmann-La Roche).

3.1.4 Untersuchungen zur Zeit der Insemination und Erhebung der Fertilitätsdaten

Bei der Insemination, die von insgesamt 3 Personen (2 Tierärzte/ 1 Besamungstechniker) durchgeführt wurde, ist die Intensität der Brunstsymptome subjektiv beurteilt worden (1,2,3; 1= niedrigste Stufe, 3= höchste Stufe).

Bei einem Teil der Tiere (42 Tiere) wurde in einem zeitlich begrenzten Zeitraum (01.02.1980 - 31.04.1980) zur Objektivierung der Brunstintensität der Scheidenwiderstand mit Hilfe der von METZGER et al. (1972) beschriebenen Methode bei der Insemination bestimmt.

Es erfolgte in der Versuchsperiode I bei 46 Tieren während der Insemination eine Follikelkontrolle und am Tag darauf wurde überprüft, ob der Follikelsprung eingetreten war.

Zur Überprüfung der Corpus luteum-Funktion wurde im ersten Versuchsabschnitt (I) bei insgesamt 42 Tieren 13 Tage nach der Insemination eine Blutprobe entnommen und die Progesteron-Konzentration des Plasmas von der Gynäkologischen und Ambulatorischen Tierklinik der Universität München nach der von HOFFMANN et al. (1973) beschriebenen Methode bestimmt.

Folgende Fertilitätsparameter wurden benützt:

- Abstand zwischen Geburt und 1. KB
- Abstand zwischen Geburt und Konzeption

Da bei den meisten Tieren der genaue Termin der letzten Geburt nicht bekannt war, wurde für die Berechnung der Abstände zwischen Geburt und 1. KB bzw. Geburt und Konzeption einheitlich der 15. des betreffenden Monats festgelegt.

- Abstand zwischen 1. KB und Konzeption (hier wurde bei Konzeption nach 1. KB 1 Tag eingesetzt)
- Konzeptionsergebnis nach 1 Insemination bzw. nach 3 oder mehr Inseminationen

Da sich die Tiere zu Beginn des Versuches und folglich auch in den späteren Versuchsperioden in unterschiedlichen Reproduktionsstadien befanden (Tab. 4-8), wurden zum Vergleich der vorher definierten Fertilitätsparameter jeweils nur die Tiere in der Kontroll- und Versuchsgruppe miteinbezogen, die im betreffenden Versuchsabschnitt erstmals besamt wurden (1. KB post partum bzw. 1. KB bei Kalbinnen). Fiel eine eventuelle Nachbesamung in die darauffolgende Periode, so wurde das Tier (entsprechend dem Termin der Erstbesamung) ebenfalls dem vorhergehenden Versuchsabschnitt zugeordnet. Da ein Betrieb (Nr.6, Kontrollbetrieb) - wie sich später bei der Analyse der β -Carotin-Konzentration im Blut herausstellte (Tab. 10,11) - als Kontrollbetrieb ungeeignet

Tab. 4 : Reproduktionsstadium zu Beginn der β -Carotinzufütterung
(19.01.80, Versuchsperiode I)

	trächtig	nicht trächtig	unbekannt	gesamt
Kontrolle	39	52	26	117
β -Carotin- zufütterung	54	40	30	124
gesamt	93	92	56	241

Tab. 5 : Reproduktionsstadium zu Beginn der Grünfütterperiode
(26.04.80, Versuchsperiode II)

	trächtig	nicht trächtig	unbekannt	gesamt
Kontrolle	36	24	24	84
β -Carotin- zufütterung	69	28	23	120
gesamt	105	52	47	204

Tab. 6 : Reproduktionsstadium zu Beginn der 2. Zufütterungsperiode von β -Carotin (01.11.80, Versuchsperiode III)

	trächtig	nicht trächtig	unbekannt	gesamt
Kontrolle	57	16	9	82
β -Carotin- zufütterung	62	22	34	118
gesamt	119	38	43	200

Tab. 7 : Reproduktionsstadium zu Beginn der Nachkontrollperiode
(21.04.81, Versuchsperiode IV)

	trächtig	nicht trächtig	unbekannt	gesamt
Kontrolle	30	22	29	81
β -Carotin- zufütterung	69	26	17	112
gesamt	99	48	46	193

Tab. 8 : Reproduktionsstadium am Ende des Gesamtversuches
(31.10.81, Versuchsperiode IV)

	trächtig	nicht trächtig	unbekannt	gesamt
Kontrolle	54	9	16	79
β -Carotin- zufütterung	54	35	19	108
gesamt	108	44	35	187

war, wurde er bei der endgültigen Auswertung der Ergebnisse nicht mehr berücksichtigt. Dadurch und durch das spätere Ausscheiden einzelner Tiere in anderen Betrieben erklärt sich die geringere Gesamtzahl in den darauffolgenden Versuchsperioden (Tab. 5-8).

Zur Auswertung wurden alle Befunde für die elektronische Datenverarbeitung aufbereitet und auf Lochkarten übertragen. Folgende statistische Verfahren wurden eingesetzt: Varianzanalyse, Multiple Range Test (MRT), t-Test und χ^2 -Test (WEBER 1972). *

3.2 Ergebnisse

3.2.1 Übereinstimmung der subjektiven und der objektiven Bestimmung der β -Carotin-Konzentration

Um zu überprüfen, ob die Intensität der Gelbfärbung der Plasmaproben einen Rückschluß auf die tatsächliche Konzentration des β -Carotins zuläßt, wurden die anhand der Farbskala subjektiv ermittelten Werte den objektiven Untersuchungsergebnissen gegenübergestellt (Tab. 9-11). Dieser Vergleich wurde mit den zu Beginn (19.01.1980)

*Für die Hilfe bei der statistischen Auswertung bedanke ich mich bei Herrn Prof. Dr. Dr. K. Osterkorn vom Institut für Tierzucht und Tierhygiene der Universität München

Tab. 9 : Übereinstimmung der subjektiven Bewertung der β -Carotinkonzentration mit den objektiven Untersuchungsergebnissen zu Beginn der β -Carotinzufütterung (19.01.80, Versuchsabschnitt I)

Subjektive Bewertung Konzentration (mcg/100 ml Plasma)	Häufigkeit n	%	Objektive Untersuchungsergebnisse		
			Konzentration $\bar{x} \pm s$	(mcg/100 ml Plasma) Minimum	Maximum
100	1	0,42	35,0 $\pm$ 0,0	35	35
200	15	6,22	40,1 $\pm$ 12,8	25	69
300	75	31,12	62,2 $\pm$ 33,8	19	211
400	74	30,70	100,0 $\pm$ 57,9	19	435
500	6	2,49	136,7 $\pm$ 37,5	67	170
600	57	23,66	181,4 $\pm$ 87,1	51	486
700	0	0,00	-----	--	--
800	13	5,39	253,2 $\pm$ 97,3	147	492
Total	241	100,00	112,7 $\pm$ 84,0	19	492

Tab. 10 : Übereinstimmung der subjektiven Bewertung der β -Carotinkonzentration mit den objektiven Untersuchungsergebnissen der β -Carotinkonzentration (mcg/100 ml Plasma). Ende der β -Carotinzufütterung (25.04.80, Versuchsschnitt I)

Subjektive Bewertung Konzentration (mcg/100 ml Plasma)	Häufigkeit n	%	Objektive Untersuchungsergebnisse			
			Konzentration $\bar{x}$	s	(mcg/100 ml Plasma) Minimum	Maximum
100	1	0,42	665,0 $\pm$	0,0	665	665
200	2	0,85	25,5 $\pm$	9,2	19	32
300	24	10,22	90,6 $\pm$	38,9	13	161
400	103	43,83	141,7 $\pm$	76,7	25	400
500	1	0,42	154,0 $\pm$	0,0	154	154
600	42	17,88	238,3 $\pm$	103,7	85	488
700	0	0,00	-----	-----	---	---
800	60	25,53	331,2 $\pm$	156,2	93	866
900	0	0,00	-----	-----	---	---
1000	2	0,85	602,5 $\pm$	309,0	384	821
Total	235	100,00	207,4 $\pm$	145,2	13	866

Tab. 11 : Übereinstimmung der subjektiven Bewertung der β -Carotinkonzentration mit den objektiven Untersuchungsergebnissen der β -Carotinkonzentration (mcg/100 ml Plasma). Ende der Grünfütterperiode (26.08.80, Versuchssabschnitt II)

Subjektive Bewertung (mcg/100 ml Plasma)	Häufigkeit n	%	Objektive Untersuchungsergebnisse		
			Konzentration $\bar{x} \pm s$	(mcg/100 ml Plasma) Minimum	Maximum
100	0	0,00	-----	---	---
200	0	0,00	-----	---	---
300	0	0,00	-----	---	---
400	4	1,75	$602,5 \pm 208,8$	449	911
500	0	0,00	-----	---	---
600	109	47,59	$669,8 \pm 219,3$	223	1326
700	0	0,00	-----	---	---
800	116	50,66	$682,8 \pm 213,9$	220	1175
Total	229	100,00	$675,2 \pm 215,8$	220	1326

und Ende (25.04.1980) der Versuchsperiode I bzw. während der Versuchsperiode II (26.08.1980) entnommenen Proben durchgeführt, wobei alle Tiere (Versuchs- und Kontrollgruppe) zusammengefaßt wurden.

Insgesamt bestand eine relativ gute Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen der beiden Bestimmungsmethoden. Es bestand eine deutliche Parallelität zwischen den subjektiv und objektiv erhobenen Werten. Mit ansteigender Konzentration in den Proben war eine Tendenz zu einer höheren Einstufung auf der Farbskala zu beobachten. Dies gilt vor allem für Konzentrationen bis etwa 200 mcg/100 ml Plasma (Tab. 9,10). Bei höheren Konzentrationen (600-800 mcg/100 ml Plasma) war diese Tendenz im Prinzip auch gegeben, doch war die subjektive Einstufung hier insgesamt weniger differenziert (Tab. 11). Allerdings wurden Proben mit niedrigen β -Carotin-Konzentrationen, vor allem solche bis zu 200 mcg/100 ml, generell zu hoch eingestuft. So betrugen zu Beginn und zu Ende der Versuchsperiode I (Winterfütterung) die objektiv ermittelten Werte durchschnittlich $112,7 \pm 84,0$ bzw. $207,4 \pm 145,2$ mcg/100 ml Plasma, während sie subjektiv überwiegend den Klassen zwischen 300 und 800 mcg/100 ml zugeordnet worden waren (Tab. 9,10). Bei den höheren Konzentrationen, die hauptsächlich in der Grünfütterperiode (Versuchsperiode II) registriert wurden,

war pauschal gesehen die Übereinstimmung etwas besser. Hier lagen über 50% der objektiv ermittelten Konzentrationen zwischen 500 und 800 mcg/100 ml Plasma (Tab. 11). Der Durchschnittswert betrug $675,2 \pm 215,8$. Fast alle Proben wurden auch auf Grund der subjektiven Beurteilung in diesen Bereich eingestuft.

Im Einzelfall korrelierten die Werte jedoch nicht gut, wie sich aus der Gegenüberstellung der Minimal- und Maximalkonzentrationen und den jeweils geschätzten Konzentrationen ersehen läßt (Tab. 9,10,11). Die Korrelationskoeffizienten, die für die subjektiv und objektiv ermittelten Werte berechnet wurden, betrugen im Bereich bis zu etwa 200 mcg/100 ml Plasma 0,69 bzw. 0,61 (Tab. 12). Sie waren signifikant ($P \leq 0,001$). Dagegen ergab sich bei den relativ hohen Werten zwischen 600 und 800 mcg/100 ml, wie sie vor allem während der Grünfutterperiode gemessen wurden, keine signifikante Korrelation ($r = 0,04$; $P \geq 0,05$; Tab. 12). Dies ist darauf zurückzuführen, daß hier die Werte mit der Farbskalamethode überwiegend den Gruppen 600 bzw. 800 mcg/100 ml Plasma zugeordnet wurden (Tab. 11).

Tab. 12 : Korrelation (r) zwischen der geschätzten und der objektiven
 β -Carotin-Konzentration (mcg/100 ml Plasma) in verschiede-
 nen Versuchsabschnitten (Werte in Klammern = Zahl der beur-
 teilten Proben)

Zeitpunkt der Untersuchung			
Versuchsperiode I		Versuchsperiode II	
19.01.80	25.04.80	26.08.80	
0,69 ***	0,61 ***	0,04 n.s.	
(241)	(235)	(229)	

Leg: n.s. = $P > 0,05$
 *** = $P \leq 0,001$

3.2.2 Korrelation von β -Carotin mit Vitamin A und α -Tocopherol

Zwischen den β -Carotin- und den Vitamin A-Konzentrationen wurden zwar signifikante Korrelationen berechnet ($P \leq 0,01$; Tab. 13), doch läßt sich aus der Höhe des Korrelationskoeffizienten ($r = 0,18$) ablesen, daß zwischen diesen beiden Faktoren keine starke Abhängigkeit besteht.

Hingegen ließ sich eine gute Korrelation zwischen den β -Carotin- und α -Tocopherol-Konzentrationen feststellen ($r = 0,76$; $P \leq 0,001$; Tab. 13).

Diese Werte gelten für die Blutproben, die zu Beginn der Versuchsperiode I (19.01.1980) analysiert wurden. Ähnliche Zusammenhänge ergaben sich bei den in den späteren Versuchsperioden entnommenen Proben, deren Ergebnisse hier nicht näher dargestellt sind.

3.2.3 Betrieblich bedingte Unterschiede der β -Carotin- Konzentration

Zu Beginn des Versuches (19.01.1980), also während der Winterfütterungsperiode, wurden in allen 10 Betrieben

Tab. 13 : Korrelation (r) zwischen β -Carotin-, Vitamin A- und α -Tocopherol-Konzentration (jeweils mcg/100 ml Blutplasma) bei Beginn der β -Carotinzufütterung (19.01.80)

Merkmal	β -Carotin	Vitamin A	α -Tocopherol
β -Carotin	---	0,18 **	0,76 ***
Vitamin A	---	---	0,078 n.s.

Leg: n.s. = $P > 0,05$
 ** = $P \leq 0,01$
 *** = $P \leq 0,001$

relativ niedrige Durchschnittswerte der β -Carotin-Konzentrationen im Plasma festgestellt (Tab. 14).

Sie schwankten zwischen $53,0 \pm 21,6$ (Betrieb 1) und $265,0 \pm 128,2$ mcg/100 ml Plasma (Betrieb 3). Zwischen den Betrieben bestanden zu diesem Zeitpunkt als auch bei den später vorgenommenen Analysen z.T. signifikante Differenzen (Tab. 14). Die Ergebnisse der statistischen Berechnungen sind hier nicht näher dargestellt.

Einen Sonderfall stellte der Betrieb Nr. 6 dar. Obwohl hier nach Angabe des Besitzers keine β -Carotinzufütterung erfolgte, stiegen im Verlaufe der Versuchsperiode I, also während der Winterfütterung, die Konzentrationen von $126,2 \pm 44,2$ auf $415,3 \pm 199,0$, d.h. auf das 3-4 fache an. Dieser Wert lag sogar signifikant über den Werten der Betriebe, bei denen in der Zwischenzeit β -Carotin zugefüttert worden war. Die Ursache ist nicht bekannt. Möglicherweise spielte der im Vergleich zu den übrigen Betrieben relativ hohe β -Carotin-Gehalt des verfütterten Heus eine Rolle. Eine entsprechende Analyse (Tab. 15) erbrachte in diesem Betrieb Werte, die weit über den Durchschnittskonzentrationen der übrigen Betriebe lag. Für die Berechnung der im folgenden dargestellten Ergebnisse wurden die Werte dieses Betriebes nicht mehr berücksichtigt.

Tab. 14 : Durchschnittliche β -Carotin-Konzentrationen ($\bar{x} \pm s$) in Abhängigkeit von der Art des Betriebes und dem Versuchsabschnitt. VB = Versuchsbetrieb mit β -Carotinzufütterung in den Abschnitten I und III, KB = Kontrollbetrieb

Betriebs- Nr.	Art des Betriebes	β-Carotin-Konzentration (mcg/100 ml Plasma) in den Versuchsabschnitten		
		I (19.1.1980)	II (25.4.1980)	III (14.4.1981)
1	VB	53,0 ±	129,4 ± 48,8	694,4 ± 242,4
2	VB	104,1 ±	222,6 ± 78,5	374,2 ± 113,9
5	VB	72,2 ±	169,4 ± 45,9	725,7 ± 115,9
9	VB	194,9 ±	221,8 ± 98,1	614,9 ± 78,8
10	VB	140,7 ±	312,3 ± 99,6	854,0 ± 104,0
3	KB	265,1 ±	262,0 ± 80,6	582,0 ± 32,9
4	KB	45,5 ±	74,7 ± 24,3	469,9 ± 85,2
6	KB	126,2 ±	415,3 ± 199,0	808,8 ± 251,3
7	KB	119,2 ±	175,5 ± 66,4	812,8 ± 122,5
8	KB	54,8 ±	55,9 ± 26,3	688,4 ± 173,9

Tab. 15 : β -Carotin-Konzentration in Heuproben der in den Versuch einbezogenen Betriebe am 10.04.80 (Versuchsabschnitt I)

Betriebs- Nr.	β -Carotin-Konzentration ppm	Art des Betriebes
1	15,9	VB
2	18,3	VB
3	9,0	KB
4	9,4	KB
5	15,1	VB
6	29,0	KB
7	16,9	KB
8	16,2	KB
9	3,5	VB
10	1,0	VB

3.2.4 Auswirkungen der Fütterung und der β -Carotinzufütterung auf die Konzentration im Blutplasma

Zwischen Beginn und Abschluß des ersten Versuchsabschnittes war bei den Tieren mit β -Carotinzufütterung ein signifikanter ($P \leq 0,001$) Anstieg der Plasmakonzentrationen auf etwa das Doppelte der Ausgangswerte zu beobachten (Abb. 1, Tab. 16). Hingegen nahmen die Werte bei den Kontrolltieren im gleichen Zeitraum nur unwesentlich ($P \leq 0,05$) zu (Abb. 1, Tab. 17), so daß sich beide Gruppen am Ende dieser Periode mit β -Carotinzufütterung signifikant ($P \leq 0,001$) unterschieden (Tab. 18).

Im Verlaufe der daran anschließenden Grünfutterperiode (Versuchsabschnitt II) erhöhten sich die β -Carotinkonzentrationen auf etwa das 6-fache der Ausgangswerte (Abb. 1, Tab. 16,17), wobei hinsichtlich der beiden Gruppen kein Unterschied bestand (Tab. 18).

Am Ende der nächsten Winterfütterungsperiode mit β -Carotin-Supplementierung (Versuchsperiode III, 14.04.1981) waren die Werte in der Kontrollgruppe wieder auf das Niveau der ersten Winterfütterungsperiode abgesunken (Abb. 1, Tab. 17). In der Versuchsgruppe war der Abfall gegenüber der vorhergehenden Grünfutterperiode (Versuchsabschnitt II) zwar auch

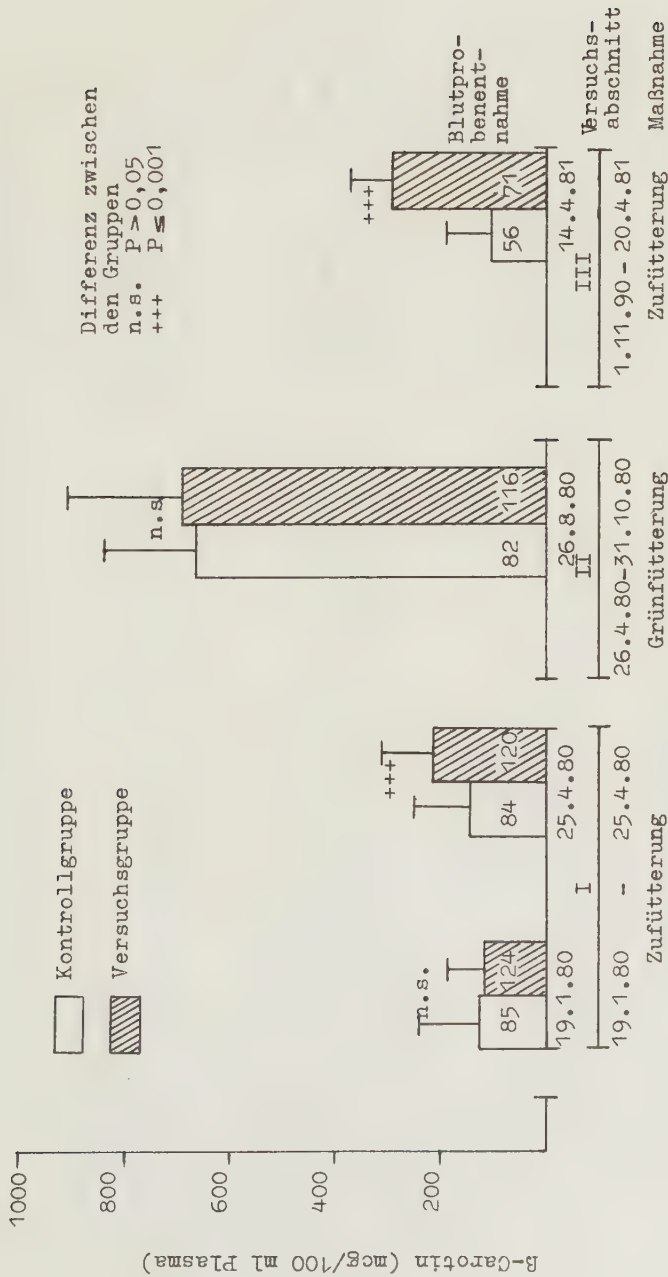


Abb. 1 : β -Carotinkonzentration ($\bar{x} \pm s$, n) im Blutplasma von Kühen nach Zufütterung von β -Carotin (Versuchsgruppe)

Tab. 16 : Vergleich der β -Carotin-Konzentration (mcg/100 ml Blutplasma) zwischen den einzelnen Versuchsabschnitten bei Tieren mit β -Carotinzufütterung (Versuchsgruppe)

	β -Carotin-Konzentration in den Versuchsabschnitten			
	I	II	III	
	(19.1.1980)	(25.4.1980)	(26.8.1980)	(14.4.1981)
β -Carotin-Konzentration in den Versuchsabschnitten	104,4 $\pm$ 68,0	202,2 $\pm$ 99,8	663,9 $\pm$ 222,7	275,3 $\pm$ 87,8
104,4 $\pm$ 68,0	---	-97,8 ***	-559,5 ***	-170,9 ***
202,2 $\pm$ 99,8		---	-461,7 ***	- 73,1 *
663,9 $\pm$ 222,7			---	+388,6 ***
275,3 $\pm$ 87,8				---

Leg: * = $P \leq 0,05$

*** = $P \leq 0,001$

Tab. 17 : Vergleich der β -Carotin-Konzentration (mcg/100 ml Plasma) zwischen den einzelnen Versuchsabschnitten bei Tieren ohne β -Carotinzufütterung (Kontrollgruppe)

	β -Carotin-Konzentration in den Versuchsabschnitten		
	I	II	III
	(19.1.1980)	(25.4.1980)	(14.4.1981)
β -Carotin-Konzentration in den Versuchsabschnitten	119,7 $\pm$ 111,6	137,9 $\pm$ 98,9	640,7 $\pm$ 170,6
119,7 $\pm$ 111,6	---	-18,2 *	-521,0 ***
137,9 $\pm$ 98,9		---	-502,8 ***
640,7 $\pm$ 170,6			---
100,2 $\pm$ 82,1			540,5 ***

Leg: n.s. = $P > 0,05$
 * = $P \leq 0,05$
 ** = $P \leq 0,01$
 *** = $P \leq 0,001$

Tab. 18 : Vergleich der β -Carotin-Konzentrationen (mcg/100 ml Plasma) zwischen Kontroll- und Versuchstieren (β -Carotinzufütterung) in verschiedenen Versuchsabschnitten

Behandlung	β -Carotin-Konzentration in den Versuchsabschnitten		
	I	II	III
	(19.1.1980)	(25.4.1980)	(26.8.1980) (14.4.1981)
Kontrolle ($\bar{x} \pm s$)	119,7 $\pm$ 111,6	137,9 $\pm$ 98,9	640,7 $\pm$ 170,6
n	85	84	82
	n.s.	***	n.s.
β -Carotin-Zufütterung ($\bar{x} \pm s$)	104,4 $\pm$ 68,0	202,2 $\pm$ 99,8	663,9 $\pm$ 222,7
n	124	120	116
			71

Leg: n.s. = $P > 0,05$

*** = $P \leq 0,001$

signifikant ($P \leq 0,001$), doch fiel er längst nicht so deutlich aus wie bei den Tieren ohne β -Carotinzufütterung (Abb. 1). Die Tiere in der Versuchsgruppe hatten zu diesem Zeitpunkt signifikant höhere ($P \leq 0,001$) Plasmakonzentrationen (Abb. 1, Tab. 18). Darüberhinaus lagen die Werte bei ihnen deutlich über denen, die während der ersten Zufütterungsperiode (Versuchsabschnitt I) registriert wurden (Abb. 1, Tab. 16).

3.2.5 Auswirkung der Fütterung und β -Carotinzufütterung auf die Vitamin A- und α -Tocopherol-Konzentrationen

Was die Vitamin A-Konzentrationen des Blutplasmas betrifft, ergaben sich zwischen den Tieren, denen während der Winterperiode β -Carotin zugefüttert worden war, und denen der Kontrollgruppe nach den statistischen Berechnungen zum Teil signifikante Differenzen (Tab. 19). Aus Abb. 2 ist jedoch zu erkennen, daß diese Unterschiede nur sehr gering waren, d.h. daß die Werte der beiden Gruppen innerhalb der einzelnen Versuchsabschnitte immer in derselben Größenordnung lagen. Zwischen den Ergebnissen der einzelnen Versuchsabschnitte wurden jedoch - unabhängig von der β -Carotinzufütterung - erhebliche Abweichungen festgestellt. Während

Tab. 19 : Vergleich der Vitamin A-Konzentration (IE Vit. A/100 ml Blutplasma) zwischen Kontroll- und Versuchstieren (β -Carotinzufütterung) in verschiedenen Versuchsabschnitten

Behandlung	Vitamin A-Konzentration in den Versuchsabschnitten					
	I (19.1.1980)	II (25.4.1980)		II (26.8.1980)	III (14.4.1981)	
Kontrolle ($\bar{x}^{\pm}$ s)	72,6 $\pm$ 18,1	86,9 $\pm$ 26,5		74,1 $\pm$ 9,7	21,4 $\pm$ 3,8	
n	85	84		82	56	
	*	n.s.		***	***	
β -Carotin- Zufütterung ($\bar{x}^{\pm}$ s)	77,9 $\pm$ 17,1	89,1 $\pm$ 23,5		82,3 $\pm$ 11,3	27,6 $\pm$ 3,4	
n	124	120		116	71	

Leg: n.s. = $P > 0,05$

* = $P \leq 0,05$

*** = $P \leq 0,001$

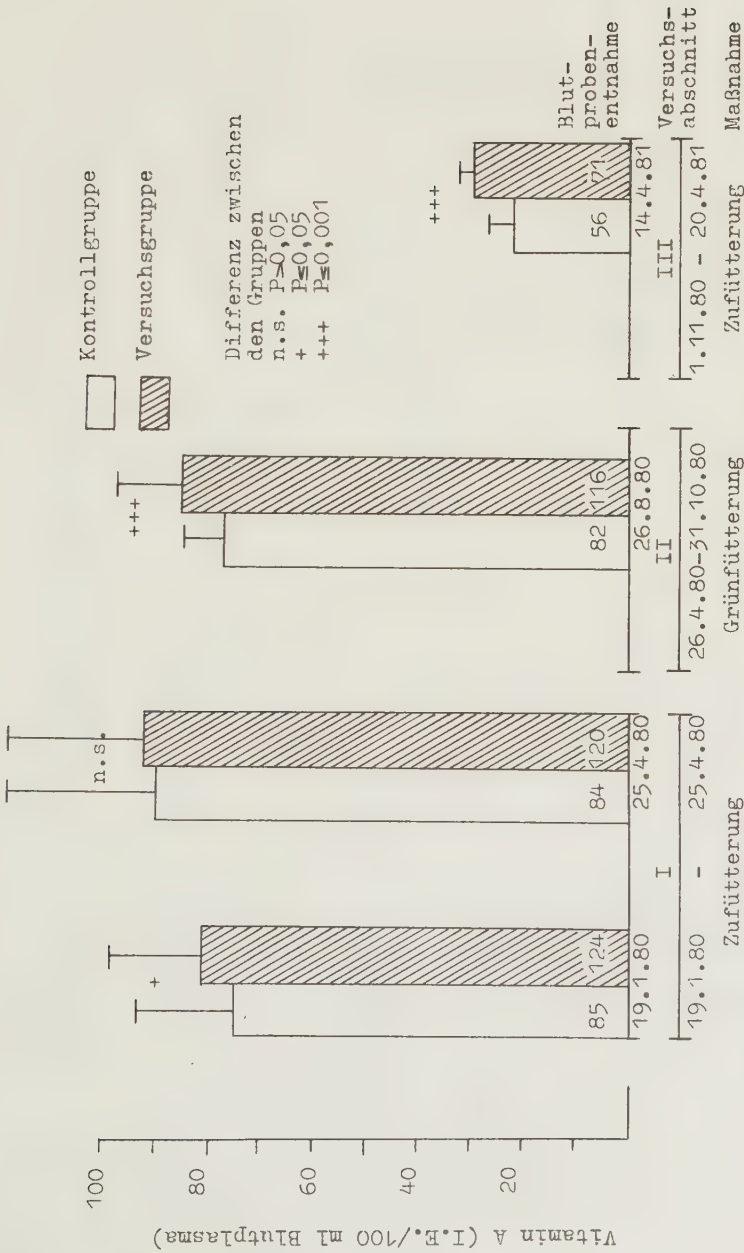


Abb.2: Vitamin A-Konzentration im Blutplasma ($\bar{x} \pm s, n$) von Kühen nach Zufütterung von β -Carotin (Versuchsgruppe)

sich die durchschnittlichen Konzentrationen bei den in der ersten Zufütterungs- und Grünfütterperiode (Versuchsabschnitte I und II) entnommenen Blutproben relativ einheitlich im Bereich zwischen 70 - 90 I.E./100 ml Plasma bewegten, erreichten sie in der nächsten Zufütterungsperiode (Versuchsabschnitt III) mit 20 - 30 I.E. nur Werte, die eindeutig niedriger lagen (Abb. 2, Tab. 20,21).

Ähnlich wie bei den Ergebnissen der Vitamin A-Bestimmung ausführlicher dargestellt, unterschieden sich auch die α -Tocopherol-Konzentrationen der Kontroll- und Versuchsgruppe nur unwesentlich (Abb. 3, Tab. 22). Dagegen war in beiden Gruppen ein deutlicher Einfluß der Grünfütterung zu erkennen. Während dieser Periode (Versuchsabschnitt II) stiegen die Werte auf etwa das Vierfache der in der vorhergehenden Winterfütterungsperiode (Versuchsabschnitt I) festgestellten Konzentrationen an (Abb.3, Tab. 23,24). In der darauf folgenden zweiten Winterfütterungsperiode (Versuchsabschnitt III) wurden wieder sehr niedrige Konzentrationen registriert. Sie lagen sogar signifikant niedriger als die in der ersten Winterfütterungsperiode gemessenen Werte (Abb. 3, Tab. 23,24).

Tab. 20 : Vergleich des Vitamin A-Gehalts (IE Vit. A/100 ml Plasma) zwischen den einzelnen Versuchsabschnitten bei Tieren mit β -Carotinzufütterung (Versuchsgruppe)

Vitamin A-Gehalt in den Versuchsabschnitten	Vitamin A-Gehalt in den Versuchsabschnitten		
	I (19.1.1980)	II (25.4.1980)	III (14.4.1981)
77,9 $\pm$ 17,1	77,9 $\pm$ 17,1	89,1 $\pm$ 23,5	82,3 $\pm$ 11,3
89,1 $\pm$ 23,5	---	-11,2 ***	-4,4 *
82,3 $\pm$ 11,3		---	+6,8 *
27,6 $\pm$ 3,4			---
			+50,3 ***
			+61,5 ***
			+54,7 ***

Leg: * = $P \leq 0,05$
 *** = $P \leq 0,001$

Tab. 21 : Vergleich des Vitamin A-Gehalts (IE Vit. A/100 ml Plasma) zwischen den einzelnen Versuchsabschnitten bei Tieren ohne β -Carotinzufütterung (Kontrollgruppe)

	Vitamin A-Gehalt in den Versuchsabschnitten					
	I		II		III	
	(19.1.1980)	(25.4.1980)	(26.8.1980)	(14.4.1981)		
Vitamin A-Gehalt in den Versuchsabschnitten	72,6 $\pm$ 18,1	86,9 $\pm$ 26,5	74,1 $\pm$ 9,7	21,4 $\pm$ 3,8		
72,6 $\pm$ 18,1	---	-14,3 ***	-1,5 n.s.	51,2 ***		
86,9 $\pm$ 26,5		---	12,8 ***	65,5 ***		
74,1 $\pm$ 9,7			---	52,7 ***		
21,4 $\pm$ 3,8				---		

Leg: n.s. = $P > 0,05$

*** = $P \leq 0,001$

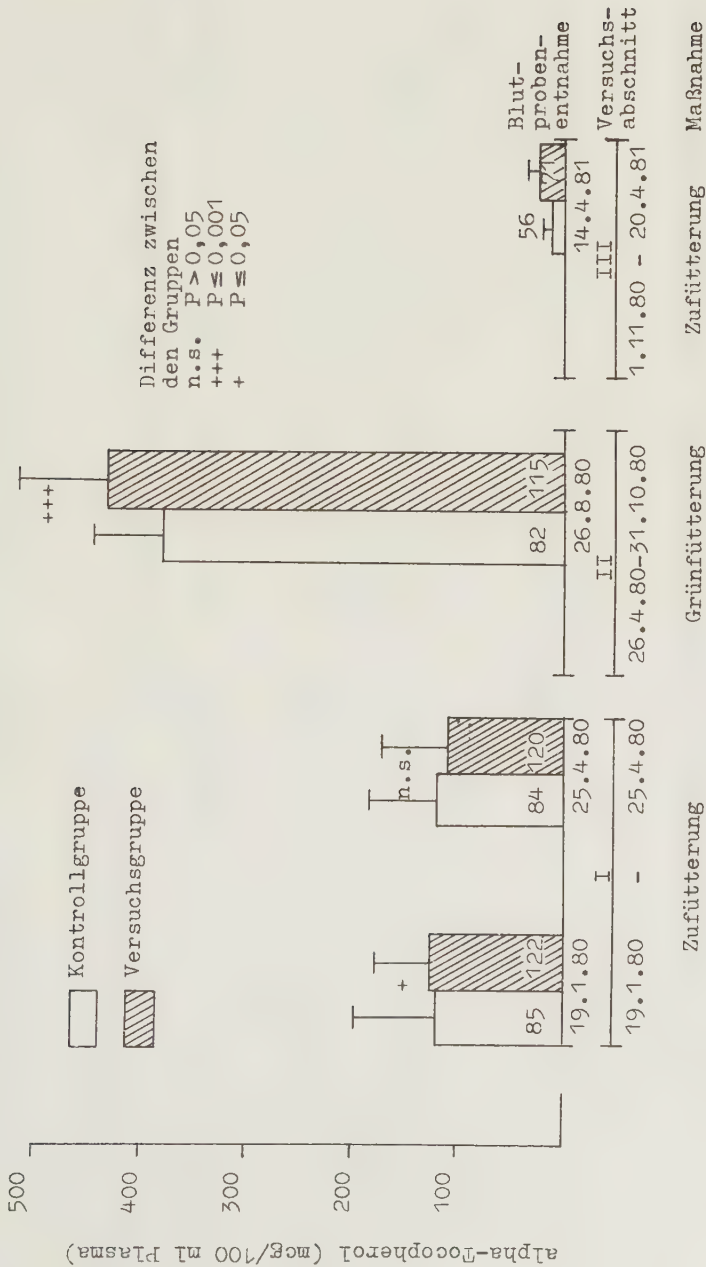


Abb. 3: alpha-Tocopherol-Konzentration im Blutplasma ($\bar{x} \pm s, n$) von Kühen nach Zufütterung von β -Carotin (Versuchsgruppe)

Tab. 22 : Vergleich der alpha-Tocopherol-Konzentration (mcg/100 ml Plasma) zwischen Kontrolltieren und Versuchstieren (β-Carotin-Zufütterung) in verschiedenen Versuchsabschnitten

Behandlung	alpha-Tocopherol-Konzentration in den Versuchsabschnitten		
	I	II	III
	(19.1.1980)	(25.4.1980)	(14.4.1981)
Kontrolle ($\bar{x} \pm s$)	113,2 $\pm$ 75,0	115,6 $\pm$ 62,4	364,6 $\pm$ 64,3
n	85	84	82
	*	n.s.	***
β-Carotin-Zufütterung ($\bar{x} \pm s$)	121,0 $\pm$ 49,5	106,4 $\pm$ 59,2	414,8 $\pm$ 86,1
n	122	120	115
			71

Leg: n.s. = $P > 0,05$

* = $P \leq 0,05$

*** = $P \leq 0,001$

Tab. 23 : Vergleich des alpha-Tocopherol-Gehalts (mcg/100 ml Plasma) zwischen den einzelnen Versuchsabschnitten bei Tieren mit β -Carotinzufütterung (Versuchsgruppe)

	alpha-Tocopherol-Gehalt in den Versuchsabschnitten		
	I (19.1.1980)	II (25.4.1980)	III (14.4.1981)
alpha-Tocopherol-Gehalt in den Versuchsabschnitten	121,0 $\pm$ 49,5	106,4 $\pm$ 59,2	21,6 $\pm$ 11,2
121,0 $\pm$ 49,5	---	+14,6 *	-293,8 *** +99,4 ***
106,4 $\pm$ 59,2		---	-308,4 *** +84,8 ***
414,8 $\pm$ 86,1			--- +393,2 ***
21,6 $\pm$ 11,2			---

Leg: * = $P \leq 0,05$
 *** = $P \leq 0,001$

Tab. 24 : Vergleich des alpha-Tocopherol-Gehalts (mcg/100 ml Plasma) zwischen den einzelnen Versuchsabschnitten bei Tieren ohne B-Carotinzufütterung (Kontrollgruppe)

	alpha-Tocopherol-Gehalt in den Versuchsabschnitten		
	I (19.1.1980)	II (25.4.1980)	III (14.4.1981)
alpha-Tocopherol-Gehalt in den Versuchsabschnitten	113,2 ± 75,0	115,6 ± 62,4	12,2 ± 4,4
	113,2 ± 75,0	-2,4 n.s.	101,0 ***
	115,6 ± 62,4	---	103,4 ***
	364,6 ± 64,3	-249,0 ***	352,4 ***
	12,2 ± 4,4	---	---

Leg: n.s. = $P > 0,05$

*** = $P \leq 0,001$

3.2.6 Brunstintensität

3.2.6.1 Scheidenwiderstandsmessungen

Die nur an einer begrenzten Tierzahl im ersten Versuchsabschnitt vorgenommenen Messungen ergaben keinen Unterschied zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe (Tab. 25).

Tab. 25: Elektrischer Scheidenwiderstand (Ohm) zum Zeitpunkt der Besamung bei Tieren mit (Versuchsgruppe) und ohne (Kontrollgruppe) β -Carotinzufütterung

	Scheidenwiderstand (Ohm)		
	Tiere	x	$\pm$ s
Kontrollgruppe	21	38,1	$\pm$ 2,1
Versuchsgruppe	21	38,6	$\pm$ 2,6

Differenz n.s. ($P \geq 0,05$; t-Test)

3.2.6.2 Subjektive Beurteilung

Die von 3 Besamungsbeauftragten (2 Tierärzte, 1 Besamungstechniker) beurteilte Brunstintensität zeigte generell in allen Versuchsabschnitten bei der Versuchsgruppe mehr Tiere mit guter (2) und sehr guter (3) Brunstintensität als in der Kontrollgruppe (Tab. 26). Dieser Unterschied war in den Versuchsabschnitten I und II und bezogen auf die Dauer des gesamten Versuches auch statistisch abzusichern ($P \leq 0,01$; Tab. 26).

3.2.7 Eintritt der Ovulation

Bei einem Teil der im ersten Versuchsabschnitt (I) besamten Tiere wurde überprüft, ob die β -Carotinzufütterung einen Einfluß auf den Eintritt der Ovulation hat, d.h. ob 24 Stunden nach der Besamung die Ovulation erfolgt war oder nicht.

In beiden Gruppen hatte über die Hälfte der Tiere demnach eine verzögerte Ovulation (Tab. 27). Ein Unterschied zwischen den Gruppen war jedoch nicht festzustellen.

Tab. 26 : Brunstintensität bei Kühen mit β -Carotin-Zufütterung in den Perioden I und III (siehe Tab. 1) im Vergleich zu unbehandelten Tieren. Die Brunstintensität wurde subjektiv mit 1, 2 oder 3 eingestuft (3 = höchste Stufe)

Versuchs- abschnitt	Kontrollgruppe			Versuchsgruppe		
	Tiere n	Brunstintensität 1 2 3	Tiere n	Brunstintensität 1 2 3	Tiere n	Brunstintensität 1 2 3
I	38	24 14 0	** 42	9 23 10		
II	41	27 13 1	** 68	18 47 3		
III	47	20 25 2	56	18 27 11		
IV	42	17 22 3	54	18 23 13		
Gesamt	168	88 74 6	** 220	63 120 37		

Chi²-Test: Unterschied Kontrollgruppe - Versuchsgruppe: ** = $P \leq 0,01$

Tab. 27: Eintritt der Ovulation 24 Stunden nach der Besamung bei Rindern mit (Versuchsgruppe) und ohne (Kontrollgruppe) Carotinzufütterung

	Besamte Tiere	Ovulation nach 24 Stunden ja	nein
Kontroll- gruppe	38	17	21
Versuchs- gruppe	42	19	23

$$\chi^2 = 0,002 \text{ (n.s.)}$$

3.2.8 Funktionstüchtigkeit des Corpus luteum

Die Progesteronkonzentrationen des Blutplasmas am 13. Tag nach der Besamung, die als Parameter für die sekretorische Aktivität und für die Funktionstüchtigkeit der Corpora lutea verwendet wurden, ließen keinen Unterschied zwischen den beiden Gruppen erkennen (Tab. 28). Die Untersuchungen waren allerdings auf einen Teil der im Versuchsabschnitt I besamten Tiere beschränkt.

Tab. 28 : Progesteronkonzentrationen 13 Tage nach der Besamung bei Rindern mit (Versuchsgruppe) und ohne (Kontrollgruppe) β -Carotinzufütterung

	Tiere n	Progesteron (ng/ml Blutplasma)		
		$\bar{x}$	$\pm$	s
Kontroll- gruppe	21	5,1 $\pm$ 1,7		
Versuchs- gruppe	21	4,7 $\pm$ 2,0		

Differenz n.s. ($P \geq 0,05$; t-Test)

3.2.9 Rastzeit

Die durchschnittliche Rastzeit der Tiere in der Versuchsgruppe war mit $74,0 \pm 35,1$ ($\bar{x} \pm s$) Tagen nur unwesentlich kürzer als in der Kontrollgruppe, in der sie $77,6 \pm 36,2$ Tage betrug (Tab. 29).

Tab. 29 : Rastzeit (Intervall Geburt - 1. KB) bei Kühen mit B-Carotin-Zufütterung (in den Perioden I und III; siehe Tab. 1) im Vergleich zu unbehandelten Tieren

Versuchs- abschnitt	Kontrollgruppe			Versuchsgruppe		
	Tiere n	Rastzeit (Tage) $\bar{x} \pm s$		Tiere n	Rastzeit (Tage) $\bar{x} \pm s$	
I	24	81,4 $\pm$ 42,0		24	77,5 $\pm$ 41,7	
II	24	83,4 $\pm$ 46,1		47	69,7 $\pm$ 32,5	
III	40	69,4 $\pm$ 32,4		43	75,6 $\pm$ 27,6	
IV	34	80,5 $\pm$ 29,7		49	75,1 $\pm$ 40,9	
Gesamt	122	77,6 $\pm$ 36,2		163	74,0 $\pm$ 35,1	

t-Test: Differenzen Kontrollgruppe - Versuchsgruppe
nicht signifikant ($P \geq 0,05$)

3.2.10 Graviditätsergebnisse

3.2.10.1 Eingetretene Trächtigkeiten

Die Erstbesamungsergebnisse in den hier ausgewählten Betrieben waren insgesamt sehr niedrig. Sie schwankten in den Versuchsabschnitten I, II und III zwischen 27,9 und 48,4 in der Kontrollgruppe bzw. 31,1 und 42,8 in der Versuchsgruppe (Tab. 30). Die Differenzen zwischen den beiden Gruppen waren jedoch nicht signifikant. Dies gilt auch für die Trächtigkeitsergebnisse nach 3 Besamungen, die sich zwischen 85,7 und 88,4% (Kontrollgruppe) bzw. 81,0 und 89,3% bewegten (Tab. 30).

Die Resultate aus dem Versuchsabschnitt IV waren bei Ende der Untersuchungen nur in einem Teil der Fälle bekannt und sind daher nur bedingt aussagefähig. Faßt man die Konzeptionsraten aller 4 Versuchsabschnitte unter diesem Vorbehalt zusammen, so ergeben sich weder bei den Erst- noch bei den Drittbesamungsergebnissen signifikante Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe (Tab. 30). Diese Aussage gilt auch für die zusammengefaßten Trächtigkeitsresultate der 3 abgeschlossenen Versuchsabschnitte (Tab. 30).

Berücksichtigt man die Konzeptionsergebnisse nach 3 und mehr Besamungen (die bisher besprochenen Resultate beziehen

Tab. 30 : Graviditätsergebnisse bei Kühen mit β -Carotin-Zufütterung (in den Perioden I und III; siehe Tab. 1) im Vergleich zu unbehandelten Tieren (Zuordnung der Tiere zu den Versuchsabschnitten nach der Erstbesamung)

Versuchs- abschnitt	Kontrollgruppe			Versuchsgruppe		
	Besamte Tiere	Gravide Tiere % nach 1 Besamung	Tiere % nach 3 Besamungen	Besamte Tiere	Gravide Tiere % nach 1 Besamung	Tiere % nach 3 Besamungen
I	28	32,1	85,7	28	42,8	89,3
II	31	48,4	87,1	58	37,9	81,0
III	43	27,9	88,4	45	31,1	86,7
IV +	34	20,6	52,9	49	32,6	57,1
Gesamt	136	31,6	78,7	180	35,5	77,2

χ^2 -Test: Differenzen Kontrollgruppe - Versuchsgruppe nicht signifikant ($P \geq 0,05$)

+Konzeptionsergebnis nur in einem Teil der Fälle bekannt

sich auf die Trächtigkeiten nach 1 bzw. 3 Inseminationen), so sind ebenfalls keine signifikanten Differenzen zwischen den beiden Gruppen festzustellen (Tab. 31).

3.2.10.2 Intervall zwischen 1. KB und Konzeption

Auch bei Verwendung dieses Parameters, der ein indirektes Maß für die Zahl der erforderlichen Besamungen bis zur Konzeption darstellt, ergaben sich in keinem Versuchsabschnitt signifikante Differenzen zwischen den beiden Gruppen (Tab. 31). Die Werte des Versuchsabschnittes IV sind aus den schon erwähnten Gründen nur bedingt aussagefähig.

4. DISKUSSION

Die Auswirkungen eines β -Carotin-Mangels auf die Fertilität des Rindes sind - wie bereits im Literaturteil dargestellt wurde - nach wie vor nicht völlig geklärt. Diese Feststellung gilt weniger für experimentell, in kontrollierten Fütterungsversuchen erzeugte, extreme Defizienzen als vielmehr für Mangelsituationen, wie sie auch unter praktischen Fütterungsverhältnissen vorkommen können.

Es war daher das Ziel der vorliegenden Arbeit, den Effekt einer β -Carotin-Zufütterung auf die Fertilität unter Praxisbedingungen zu überprüfen. Die Supplementierung erfolgte in den Wintermonaten, in denen nach den bisherigen Erkenntnissen häufig eine Unterversorgung vorliegt (MARSH und SWINGLE 1960).

In engem Zusammenhang damit stand die Frage, inwieweit die β -Carotin-Konzentrationen im Blut verdächtiger Tiere mit Hilfe einer einfachen, in der Praxis leicht durchführbaren Methode meßbar sind.

Das hier verwendete Verfahren, das die β -Carotin-Konzentrationen anhand der Gelbfärbung des Blutplasmas semi-quantitativ einzustufen versucht, erwies sich als grundsätzlich geeignet für die Bestimmung des β -Carotin-Gehaltes.

Es konnte gezeigt werden, daß zwischen den geschätzten und den objektiv erhobenen Werten eine Parallelität bestand, d.h., daß mit ansteigender Konzentration in den Proben auch der β -Carotin-Gehalt auf der Farbskala in der Tendenz höher eingestuft wurde (Tab. 9,10,11). Allerdings war ein Trend gegeben, die Konzentrationen zu hoch einzuordnen. Dies gilt vor allem für die relativ niedrigen Werte (bis zu 200 mcg/100 ml Plasma), die in der Winterfütterungsperiode festzustellen sind. So wurden in den Plasmaproben, die zu Beginn der ersten Zufütterungsperiode untersucht wurden, über 90% der Werte mit 300 bzw. über 300 mcg/100 ml Plasma eingestuft (Tab. 9). Ähnlich verhielt es sich bei der zweiten Probenentnahme am Ende der ersten Zufütterungsperiode (Tab. 10). Mißt man die so ermittelten Konzentrationen an den Werten, die in der Literatur als normal bezeichnet werden - nämlich 300 mcg/100 ml Plasma (ARBEITER et al. 1983) - so hätte bei dem hier verwendeten Tiermaterial also auch in der Winterfütterungsperiode keine β -Carotin-Unterversorgung vorgelegen. Die tatsächlichen, durchschnittlichen Konzentrationen betrugen jedoch nur $112,7 \pm 84,0$ bzw. $207,4 \pm 145,2$ mcg/100 ml Plasma und bewegten sich damit in einem Bereich, der als defizient bzw. kritisch angesehen wird (ARBEITER et al. 1983).

Die schon erwähnte Einstufung der Plasmaproben in zu hohe Konzentrationsbereiche ist vermutlich darauf zurückzu-

führen, daß die Gelbfärbung des Plasmas auch durch andere Carotinoide oder Blutbestandteile bewirkt sind.

Trotz des in der Tendenz parallelen Verlaufes der geschätzten und der objektiv ermittelten Konzentrationen bestanden im Einzelfall erhebliche Unterschiede zwischen den Ergebnissen der beiden Methoden. Dies geht sehr deutlich aus der Gegenüberstellung der Minimal- und Maximalwerte einerseits und den jeweils geschätzten Konzentrationsstufen andererseits hervor (Tab. 9,10,11). Die Korrelationen zwischen den beiden Methoden schwankten zwischen $r = 0,69$ und $r = 0,61$ (Tab. 12).

Hinsichtlich der Brauchbarkeit der Farbskalamethode ist aus den Ergebnissen der Schluß zu ziehen, daß hohe β -Carotinkonzentrationen (zwischen 400 und 800 mcg/100 ml Plasma) relativ genau in ihrer Größenordnung eingestuft werden können. Bei niedrigen Konzentrationen, vor allem bis zu 200 mcg/100 ml Plasma, muß jedoch mit zu hohen Schätzwerten gerechnet werden.

Die in den vorliegenden Untersuchungen (objektiv) festgestellten jahreszeitlichen Schwankungen des β -Carotin-Gehalts im Blutplasma entsprechen den bereits bekannten Beobachtungen anderer Autoren (z.B. MARSH und SWINGLE 1960).

Es zeigte sich, daß in den Wintermonaten unter den bei uns üblichen Fütterungsbedingungen mit β -Carotin-Spiegeln zu rechnen ist, die ganz erheblich unter den Sommerwerten liegen (Abb. 1) und nach derzeitiger Ansicht als Ausdruck einer Unterversorgung zu interpretieren sind. Der Grad der Unterversorgung schwankte aber sowohl zwischen den Betrieben als auch zwischen den einzelnen Tieren innerhalb der Betriebe ganz erheblich (Tab. 14).

Was die Vitamin A-Konzentrationen betrifft, so konnten die Ergebnisse anderer Versuchsansteller (BURGSTALLER et al. 1980) im wesentlichen bestätigt werden. Die Werte blieben in den beiden ersten Versuchsabschnitten relativ stabil und ließen weder einen eindeutigen Einfluß der Jahreszeit noch der β -Carotin-Zufütterung erkennen (Abb. 2). Die Korrelationen zwischen Vitamin A und den β -Carotin-Konzentrationen waren mit $r=0,18$ sehr gering (Tab. 13). Keine Erklärung konnte für die im 3. Versuchsabschnitt - es handelte sich dabei um eine Winterfütterungsperiode - signifikant gegenüber den beiden ersten Versuchsabschnitten reduzierten Werte gefunden werden (Abb. 2).

Die Bestimmung der α -Tocopherol-Konzentrationen im Blutplasma zeigte, daß hier eine starke jahreszeitliche Abhängigkeit gegeben ist (Abb. 3), die auch von anderen Autoren beschrieben wurde (u.a. STÖBER 1979). Ähnlich den Verhältnissen beim

β -Carotin steigen auch die Vitamin E-Spiegel in den Sommermonaten deutlich an, so daß sich zwischen beiden Parametern eine relative hohe Korrelation berechnen läßt ($r=0,76$; Tab. 13). Eine kausale Abhängigkeit scheint aber nicht zu bestehen, da die Zufütterung von β -Carotin keinen eindeutigen Einfluß auf die α -Tocopherol-Konzentrationen hatte (Abb. 3).

Hingegen zeigte sich, daß es grundsätzlich möglich ist, die durch die Jahreszeit und durch die Fütterung bedingten niedrigen β -Carotin-Konzentrationen durch Zufütterung eines synthetischen Präparates auf ein höheres Niveau anzuheben. Dieser Effekt der Supplementierung scheint ganz entscheidend von der Dosis und der Dauer der Zufütterung abzuhängen.

Durch die tägliche Verabreichung von 300 mg β -Carotin über eine Periode von etwa 100 Tagen hinweg ließ sich während der ersten Winterfütterungsperiode eine gegenüber den Kontrolltieren signifikante Steigerung der Plasmakonzentrationen erzielen (Abb. 1). In der zweiten Zufütterungsperiode, die sich bei gleicher Dosierung über ca. 6 Wintermonate erstreckte, war der Anstieg jedoch wesentlich deutlicher. Die erzielten durchschnittlichen Plasmakonzentrationen waren mit $202,2 \pm 99,8$ bzw. $275,3 \pm 87,8$ mcg/100 ml aber erheblich geringer als in der Grünfütter-

periode ($663,9 \pm 222,7$), in der kein β -Carotin supplementiert wurde (Tab. 16).

Auch in der vorliegenden Arbeit zeigte sich somit, daß mit einer Zufütterung von 300 mg β -Carotin über eine Dauer von rund 3 Monaten nur selten Blutspiegel erreicht werden (300 mcg/100 ml Plasma), die in der Literatur als normal angesehen werden (LOTTHAMMER und AHLSEDE 1977, ARBEITER et al. 1983). Dies entspricht im wesentlichen auch den Erfahrungen anderer Autoren (BURGSTALLER et al. 1980, ARBEITER et al. 1983). Die eigenen Ergebnisse lassen den Schluß zu, daß sich bei einer Dosis von 300 mg/Tag die β -Carotinzufütterung über die gesamte Winterperiode (6 Monate) erstrecken sollte, um eine wesentliche Steigerung der Plasmakonzentrationen zu erreichen.

Neben Dosis und Dauer der Zufütterung hatten offensichtlich die betriebsbedingten Unterschiede in den Carotin-Konzentrationen der verwendeten Grundfütterationen einen Einfluß auf den Erfolg der Supplementierung. Je niedriger die Plasmaspiegel zu Beginn der Supplementierungsperiode waren, umso niedriger waren allgemein die Werte, die am Ende der Zufütterung erzielt wurden (Tab. 14). Darüberhinaus läßt sich

aus den großen Variationen der Plasmakonzentrationen innerhalb der Betriebe ableiten, daß die einzelnen Tiere sehr unterschiedlich auf die Unterversorgung und auch auf die Supplementierung mit β -Carotin reagierten. Dies entspricht den Beobachtungen, die auch von anderen Autoren (z.B. ARBEITER et al. 1983) gemacht wurden.

Daraus ist die Schlußfolgerung zu ziehen, daß eine pauschale Zufütterung, ohne Berücksichtigung der betrieblichen oder individuellen Gegebenheiten, Mangelsituationen häufig nicht ausgleichen kann. Dies gilt jedenfalls für die hier gewählten Modalitäten der Zufütterung, die hinsichtlich Dosis und Dauer in etwa den Untersuchungen anderer Autoren entsprechen (BURGSTALLER et al. 1980, ZUCKER et al. 1980, HEINZ und HERZOG 1982, ARBEITER et al. 1983).

Was die Auswirkungen der β -Carotin-Zufütterung auf die Fertilität betrifft, so konnten mit der hier gewählten Versuchsanstellung keine gravierenden Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe nachgewiesen werden.

Eine gewisse Ausnahme bildete die Brunstintensität der Tiere, die in der Zufütterungsgruppe in allen Versuchsabschnitten subjektiv generell besser bewertet wurde. Signifikante Unterschiede zwischen Kontroll- und Versuchsgruppe waren jedoch

nur während der ersten Zufütterungs- und Grünfutterperiode gegeben (Tab. 26). Dieser Effekt der Zufütterung entspricht dem, was andere Autoren ebenfalls beschrieben haben (LOTT-HAMMER et al. 1976, ARBEITER et al. 1983). Wenn das Ergebnis der subjektiven Beurteilung mit Hilfe der objektiven Scheidenwiderstandsmessung nicht bestätigt werden konnte (Tab.25), so ist zu bedenken, daß diese Untersuchungen nur an einer begrenzten Tierzahl zu Beginn der ersten Zufütterungsperiode vorgenommen wurden. Zu diesem Zeitpunkt dürften sich die β -Carotin-Spiegel der beiden Gruppen aber noch nicht unterschieden haben (Abb. 1).

Diese Einschränkung gilt auch für das Merkmal "verzögerte Ovulation", die bei den hier untersuchten Tieren der ersten Zufütterungsperiode in über der Hälfte der Fälle beobachtet wurde, wobei kein Unterschied zwischen den Gruppen bestand.

Die Progesteronkonzentrationen am 13. Tag nach der Besamung, die allerdings auch nur bei einer begrenzten Tierzahl gemessen wurden, waren in beiden Gruppen nicht unterschiedlich hoch (Tab. 28). Dieses Ergebnis stimmt mit den Beobachtungen aus anderen Untersuchungen überein (SCHAMS et al. 1977, FOLMAN et al. 1979, ARBEITER et al. 1983).

Hinsichtlich der erzielten Konzeptionsergebnisse konnte in

den vorliegenden Untersuchungen kein Einfluß der β -Carotin-Zufütterung in den beiden Winterperioden festgestellt werden. In keinem Versuchsabschnitt bestanden signifikante Unterschiede zwischen Kontrollgruppe und Versuchsgruppe (Tab. 30). Allerdings ist zu berücksichtigen, daß die Ergebnisse des letzten Versuchsabschnittes, in dem nach der länger andauernden β -Carotin-Supplementierung deutlich höhere Blutspiegel erzielt wurden, nur teilweise bekannt sind.

Diese Resultate weichen von den Beobachtungen einiger anderer Autoren ab, die positive Auswirkungen der β -Carotin-Supplementierung auf die Befruchtungsergebnisse beschrieben (LOTTHAMMER et al. 1976, COOKE und COMBEN 1978, HEINZ und HERZOG 1982). Worauf diese Diskrepanz zurückzuführen ist, läßt sich nicht mit Sicherheit sagen. MEYER et al. (1975) wiesen darauf hin, daß es unter praktischen Bedingungen im Regelfall nicht zu derartig extremen β -Carotin-Mangelsituationen kommt wie in entsprechenden Fütterungsversuchen. Darüberhinaus ist zu bedenken, daß - wie bereits erwähnt - die Zufütterung von β -Carotin unter den hier gewählten Bedingungen keine Blutplasma-Konzentrationen erzeugte, die üblicherweise als normal angesehen werden (ARBEITER et al. 1983). Auf der anderen Seite deuten die Berichte von FOLMAN et al. (1979), die selbst bei extrem carotinarm aufgezogenen Färsen keine Beeinträchtigung der

Reproduktionsfunktionen feststellen konnten, darauf hin, daß die Zusammenhänge zwischen β -Carotin-Mangel und Fertilität noch nicht in allen Punkten geklärt sind.

Zusammenfassend ist aus den vorliegenden Untersuchungen der Schluß zu ziehen, daß eine Zufütterung von 300 mg β -Carotin über ca. 3 bzw. 6 Monate während der Winterfütterungsperiode die Blutplasma-Konzentrationen signifikant erhöht. "Normalwerte" sind aber nur mit der längerfristigen Supplementierung über 6 Monate zu erreichen. Die Verbesserung der β -Carotin-Versorgung hatte einen günstigen Einfluß auf die Brunstintensität. Bei den übrigen Fertilitätsparametern konnte ein positiver Effekt nicht nachgewiesen werden. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, daß die Ergebnisse der 6-monatigen Zufütterung nicht vollständig bekannt sind. Es scheint daher notwendig, weitere Untersuchungen anzustellen, um die möglichen Zusammenhänge zwischen β -Carotin-Defizienzen, wie sie in der Praxis vorkommen können, und Fertilitätsstörungen besser abzuklären.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Es war Ziel der vorliegenden Arbeit, die Auswirkungen einer in der Winterfütterungsperiode durchgeführten β -Carotin-Supplementierung auf die Fertilität von Rindern zu untersuchen. In diesem Zusammenhang sollte überprüft werden, ob mit Hilfe einer Farbskala der β -Carotin-Gehalt einer Plasmaprobe verlässlich festgestellt werden kann.

Dazu wurden 241 Fleckviehkühe aus 10 Betrieben mit mangelhaften Befruchtungsergebnissen in zwei Gruppen eingeteilt. 124 Tiere aus 5 Betrieben erhielten in 2 Winterfütterungsperioden (Versuchsperiode I: 19.01.80 - 25.04.80, Versuchsperiode III: 01.11.80 - 20.04.81) 300 mg synthetisches β -Carotin pro Tag zugefüttert (Versuchsgruppe). In den beiden dazwischen liegenden Sommerfütterungsperioden (Versuchsperiode II: 26.04.80 - 31.10.80, Versuchsperiode IV: 21.04.81 - 31.10.81) erfolgte keine Zufütterung. Als Kontrolle dienten 117 Tiere aus weiteren 5 Betrieben, in denen während aller 4 Versuchsperioden wirtschaftseigenes Grundfutter verabreicht wurde.

Es bestand eine relative Übereinstimmung in der Bewertung der β -Carotin-Plasmakonzentrationen zwischen der Farbskalamethode und der photometrischen Bestimmung ($r=0,61-0,69$).

Generell ergaben sich bei Konzentrationen im unteren Bereich bei der Schätzung zu hohe Werte und in allen Bereichen erhebliche Abweichungen von Einzelwerten.

Während der Winterfütterungsperioden wurden relativ niedrige β -Carotin-Spiegel festgestellt (durchschnittlich 100-120 mcg/100 ml Plasma). Die zusätzliche β -Carotinversorgung in der Versuchsgruppe führte zu einer von der Dauer der Zufütterung abhängigen, signifikanten Steigerung der Plasmakonzentrationen auf $202,2 \pm 99,8$ ($\bar{x} \pm s$) in der Versuchsperiode I bzw. $275,3 \pm 87,8$ mcg/100 ml Plasma in der Versuchsperiode III. Während der Grünfütterperiode waren die Werte gegenüber der Winterfütterperiode in beiden Gruppen deutlich erhöht (Kontrollgruppe: $640,7 \pm 170,6$; Versuchsgruppe: $663,9 \pm 222,7$).

Nach β -Carotin-Zufütterung wurde subjektiv eine bessere Ausprägung der äußeren Brunstsymptome beobachtet. Bei den übrigen Fertilitätsparametern einschließlich der Graviditätsergebnisse konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe festgestellt werden. Allerdings sind die Konzeptionsergebnisse aus der zweiten Zufütterungsperiode nur teilweise bekannt.

Aus den Untersuchungen ist der Schluß zu ziehen, daß unter praktischen Fütterungsbedingungen eine tägliche Supplementierung von 300 mg β -Carotin während einer 3- bzw. 6-mona-

tigen Winterfütterungsperiode einen positiven Einfluß auf die äußeren Brunstsymptome hat. Zur Beurteilung weiterer Auswirkungen einer β -Carotin-Zufütterung auf die Reproduktion bei Rindern sind zusätzliche Untersuchungen nötig.

6. SUMMARY

" β -carotene supplementation in dairy cows and its effect on the fertility"

The purpose of this investigation was to study the effect of β -carotene supplementation on the fertility of cows during the winter feeding period. Tests were also conducted as to whether the β -carotene plasma concentration could be determined accurately using a color scale.

A total of 241 german "Fleckvieh" cows were examined from 10 farms having a history of low conception rates. The cows were divided into two groups. In the first group (experimental group) 124 animals from 5 farms received a daily supplement of 300 mg synthetic β -carotene over two winter feeding periods (test period I: Jan. 19 to April 25, 1980; test period III: Nov. 1, 1980 to April 20, 1981). There was no supplementation during the summer feeding periods (test period II: April 26 to Oct. 31, 1980; test period IV: April 21 to Oct. 31, 1981). A total of 117 animals from the other 5 farms served as controls and received the farm own grown feedstuffs (control group).

There was a relative correlation between β -carotene plasma

concentrations evaluated using the color scale method as compared to the photometric method ($r = 0,61 - 0,69$). In general, for lower concentrations the estimations made were too high and over all large deviations for single values were found.

Relatively low β -carotene concentrations were found during the winter feeding period (approx. 100 - 200 mcg/100 ml plasma). Additional β -carotene supplementation of the experimental group led to a significant rise in plasma concentration of up to $202,2 \pm 99,8$ (mean $\pm$ SD) in test period I and $275,3 \pm 87,8$ mcg/100 ml in test period III. The increase was dependant on the duration of supplementation. The plasma concentration in both groups was definitely higher during the summer feeding period (control group: $640,7 \pm 170,6$; test group: $663,9 \pm 222,7$) as compared to the winter feeding period.

The behavioral signs of estrus were more pronounced, according to subjective observations, following β -carotene supplementary feeding. The remaining fertility parameters, including diagnosed pregnancies, showed no significant differences between experimental and control animals. However, the conception rates following the second supplementary period were only partially available.

It can be concluded that within normal feeding programs a daily supplement of 300 mg β -carotene over a 3 to 6 month winter feeding period has a positive influence on the behavioral signs of estrus. In order to assess the effect of β -carotene on the fertility of cows further investigations will be necessary.

7. LITERATURVERZEICHNIS

AHLSEDE, L. und K.H. LOTTHAMMER (1978):

Untersuchungen über eine spezifische, Vitamin-A-unabhängige Wirkung des β -Carotins auf die Fertilität des Rindes. 5. Mitteilung: Organuntersuchungen (Ovarien, Corpora lutea, Leber, Fettgewebe, Uterussektret, Nebennieren)- Gewichts- und Gehaltsbestimmungen

Dtsch. Tierärztl. Wschr. 85, 7-12

ANWANDTER, Q.C.G. (1974):

Progesteron- und β -Carotin-Gehalt des bovinen Corpus luteum während der verschiedenen Phasen des Sexualzyklus in Abhängigkeit von der Jahreszeit
Vet. med. Diss., Hannover

ARBEITER, K., E. KNAUS und M. THURNHER (1983):

Repetitionstest über die Genitalfunktion von Rindern in Abhängigkeit vom β -Carotingehalt im Blut

Zbl. Vet. Med. A, 30, 206-213

BÄR, J. (1968):

Die Funktion der Vitamine

2. Auflage, Basel: Apollonia Verlag

BRUBACHER, G. and J.P. VUILLEUMIER (1979):

Clinical Biochemistry, Principles and Methods

Ed.: H.Ch. Curtins and M. Roth, W. de Gruiter, Berlin-
New York, 1974, Vol. 2, S. 975-982

BRÜGGEMANN, J. und K.-H. NIESAR (1957):

Über die Beziehungen der Vitamine A und E und des β -
Carotins zum weiblichen Sexualzyklus des Rindes und
Schweines unter besonderer Berücksichtigung der Zy-
klussterilität

Vit. u. Horm. 7, 10-25

BURGSTALLER, G., P. MATZKE, W. HOLLWICH, J. KÖGEL,

O. KREUTZBERG und H. ZUCKER (1980):

Untersuchungen zur Versorgung von Milchkühen mit
 β -Carotin und Vitamin A. 1. Mitteilung: Einfluß
auf den Blutspiegel

Zbl. Vet. Med. A, 27, 485-494

COOKE, B.C. and N. COMBEN (1978):

A Study of the Relationship between Beta-Carotene
and Fertility Problems in Dairy Cows

Meeting British Soc. Animal Prod., March 13

FOLMAN, Y., I. ASCARELLI, Z. HERZ, M. ROSENBERG,

M. DAVIDSON and A. HALEVI (1979):

Fertility of dairy heifers given a commercial diet
free of β -carotene

Br. J. Nutr. 41, 353-359

GSTIRNER, F. (1965):

Chemisch-physikalische Vitamin-Bestimmungsmethoden

5. Auflage, Stuttgart: F. Enke Verlag

HEINZ, E. und A. HERZOG (1982):

Erste Praxiserfahrungen mit dem Einsatz eines syn-
thetischen β -Carotins im Rahmen der zuchthygienisch-
prophylaktischen Betreuung von Milchkuhherden

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 95, 214-217

HOFFMANN, B., H.J. KYREIN and M.L. ENDER (1973):

An efficient procedure for the determination of
progesterone by radioimmunoassay applied to bovine
peripheral plasma

Hormone Res. 4, 302-310

KONERMANN, H. (1967):

Untersuchungen über die Herdensterilität des Rindes
unter Berücksichtigung der Zusammenhänge Boden -
Pflanze - Tier

Habilitationsschrift, Tierärztl. Hochschule Hannover

LOTTHAMMER, K.H. (1974):

Häufige Fütterungsfehler als Ursache der Herdensteri-
lität

Prakt. Tierarzt Sonderheft Collegium Veterinarum
55, 38-43

LOTTHAMMER, K.H. (1978):

Zur Bedeutung des β -Carotins für die Fruchtbarkeit
des Milchrindes

Der Tierzüchter 30, 520-529

LOTTHAMMER, K.H., L. AHLSEDE und H. MEYER (1976):

Untersuchungen über eine spezifische, Vitamin-A-
unabhängige Wirkung des β -Carotins auf die Fertili-
tät des Rindes. 2. Mitteilung: Weitere klinische
Befunde und Befruchtungsergebnisse

Dtsch. Tierärztl. Wschr. 83, 353-358

LOTTHAMMER, K.H. und L. AHLWEDE (1977):

Untersuchungen über eine spezifische, Vitamin-A-unabhängige Wirkung des β -Carotins auf die Fertilität des Rindes. 3. Mitteilung: Blutserumuntersuchungen (β -Carotin, Vitamin A, SGOT, Gesamtcholesterin, Glukose, anorganischer Phosphor)

Dtsch. Tierärztl. Wschr. 84, 220-226

LOTTHAMMER, K.H., D. SCHAMS und H. SCHOLZ (1978):

Untersuchungen über die spezifische Vitamin-A-unabhängige Wirkung des β -Carotins auf die Fruchtbarkeit von laktierenden Kühen

Zuchthyg. 13, 76-77

MANZ, U. (1977):

β -Carotin, Analysen-Methoden

S. 5, Verlag Hoffmann-La Roche & Co., Basel

MARSH, H. and K.F. SWINGLE (1960):

The Calcium, Phosphorus, Magnesium, Carotene, and Vitamin A Content of the Blood of Range Cattle in Eastern Montana

Amer. J. Vet. Res. 21, 212-221

MEYER, H., L. AHLSEWEDE und K.H. LOTTHAMMER (1975):

Untersuchungen über eine spezifische, Vitamin-A-unabhängige Wirkung des β -Carotins auf die Fertilität des Rindes. 1. Mitteilung: Versuchsanstellung, Körperentwicklung und Eierstockfunktion

Dtsch. Tierärztl. Wschr. 82, 444-449

METZGER, E., R. FREYTAG und W. LEIDL (1972):

Gerät zur Messung der elektrischen Leitfähigkeit des Vaginalsekretes für die Brunstfeststellung beim Rind
Zuchthyg. 7, 56-61

MINGAZOV, T.A. (1977):

Effect of Vitamin E on the Assimilation of Carotene from Microbial Preparations and on the Reproductive Function of Cows

Vestn. S-kh. Nauki Kaz. 20, 68-71 (Chem. Abstracts 86, 432, 1977)

SCHAMS, D., B. HOFFMANN, K.H. LOTTHAMMER und L. AHLSEWEDE (1977):

Untersuchungen über eine spezifische Vitamin-A-unabhängige Wirkung des β -Carotins auf die Fertilität des Rindes. 4. Mitteilung: Auswirkung auf hormonale Parameter während des Zyklus

Dtsch. Tierärztl. Wschr. 84, 307-310

SCHOLE, J., M. ERBERSDOBLER und J. TIEWS (1976):

Die Vitamine

In: A. Scheunert und A. Trautmann, Lehrbuch der Veterinär-Physiologie, S. 269-299, Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg

SEIBOLD, R. und R. BASSLER (1974):

Neue Verbandsmethoden zur Untersuchung von Futtermitteln, Bestimmung von Carotin und/oder Xantophyll in Futtermitteln

Kraftfutter 5, 196-198

SEITARIDES, K. (1963):

Untersuchungen über den Vitamin A- und β -Carotin-Gehalt des Blutplasmas in Rinderherden mit Störung der Fruchtbarkeit unter besonderer Berücksichtigung der Carotinversorgung

Vet. Med. Diss., Hannover

STÖBER, M. (1979):

Das Vitamin E

In: G. Rosenberger, Krankheiten des Rindes, S. 1113-1115, Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg

WEBER, E. (1972):

Grundriß der biologischen Statistik

Gustav Fischer Verlag, Stuttgart

ZUCKER, H., O. KREUTZBERG, W. HOLLWICH, P. MATZKE,

J. KÖGEL und G. BURGSTALLER (1980):

Untersuchungen zur Versorgung von Milchkühen mit
ß-Carotin und Vitamin A. 2. Mitteilung: Einfluß auf
Konzentration in der Milch sowie klinisch-gynäkolo-
gische und hormonanalytische Befunde

Zbl. Vet. Med. A 27, 525-533

LEBENS LAUF

Geboren am 19.05.1956 als Sohn des Tierarztes Dr. Wolfgang Porzig und seiner Ehefrau Sofie geb. Panzer in Nürnberg

1962-1966 Volksschule Kipfenberg

1966-1976 Reuchlin Gymnasium, Neusprachliche Abteilung
Ingolstadt

Okt. 1976 Ausbildung zum Laienfleischbeschauer am
Schlachthof Ansbach

1976-1981 Studium der Tiermedizin in München mit Able-
gung des Tierärztlichen Staatsexamens

Sep. 1978 Ausbildung zum Besamungstechniker an der
Besamungsstation Neustadt/Aisch

Seit 01.10.1981 praktischer Tierarzt in Kipfenberg

Vorliegende Dissertation habe ich seit Januar 1980 im
Rahmen meiner väterlichen Praxis angefertigt

Herrn Professor Dr. W. Leidl möchte ich für die Überlassung des Themas, sowie seine hilfreiche und persönliche Beratung danken.

Meinen besonderen Dank spreche ich Herrn Dr. R. Stolla aus, der in unermüdlicher Arbeit, Beratung und Hilfestellung mir die Fertigstellung meiner Dissertation im Rahmen meiner Praxis ermöglichte.

Weiterhin danke ich der Firma Hoffmann-La Roche & Co AG Basel/Schweiz, besonders den Herren Dr. Lindner und Dr. Völker, für die kostenlose photometrische Untersuchung der Blutproben, sowie für die Unterstützung bei der Bereitstellung des β -Carotin-Präparates.

